



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE MINAS
COLEGIADO DO CURSO DE ENGENHARIA DE CONTROLE E
AUTOMAÇÃO - CECAU



AISLAN RONDINELLI DE OLIVEIRA TOSTES

**MONITORAMENTO E CONTROLE DA TEMPERATURA, UMIDADE,
TENSÃO, PRESENÇA E CHAMA NO DATA CENTER DO INSTITUTO
FEDERAL DE MINAS GERAIS - CAMPUS OURO PRETO**

**MONOGRAFIA DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE CONTROLE E
AUTOMAÇÃO**

Ouro Preto, 2022

AISLAN RONDINELLI DE OLIVEIRA TOSTES

**MONITORAMENTO E CONTROLE DA TEMPERATURA, UMIDADE,
TENSÃO, PRESENÇA E CHAMA NO DATA CENTER DO INSTITUTO
FEDERAL DE MINAS GERAIS - CAMPUS OURO PRETO**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para a obtenção do Grau de Engenheiro de Controle e Automação.

Orientador: Prof(a). Luciana Gomes Castanheira, Dra.

**Ouro Preto
Escola de Minas – UFOP
2022**

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

T716m Tostes, Aislan Rondinelli de Oliveira.

Monitoramento e controle da temperatura, umidade, tensão, presença e chama no data center do Instituto Federal de Minas Gerais - Campus Ouro Preto. [manuscrito] / Aislan Rondinelli de Oliveira Tostes. - 2022.

38 f.: il.: color., gráf., tab..

Orientadora: Profa. Dra. Luciana Gomes Castanheira.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Graduação em Engenharia de Controle e Automação .

1. Centros de processamento de dados. 2. Detectores. 3. Zabbix (Software). 4. Arduino (Controlador programável). I. Castanheira, Luciana Gomes. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 681.5

Bibliotecário(a) Responsável: Maristela Sanches Lima Mesquita - CRB--1716



FOLHA DE APROVAÇÃO

Aislan Rondinelli de Oliveira Tostes

**Monitoramento e controle da temperatura, umidade, tensão, presença e chama no data center do Instituto Federal de Minas Gerais -
Campus Ouro Preto**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Controle e Automação da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Controle e Automação

Aprovada em 29 de setembro de 2022

Membros da banca

Profa. Dra. Luciana Gomes Castanheira - Orientadora - Universidade Federal de Ouro Preto
Prof. Dr. Agnaldo José da Rocha Reis - Universidade Federal de Ouro Preto
Prof. MSc. Regiane de Sousa e Silva Ramalho - Universidade Federal de Ouro Preto

Luciana Gomes Castanheira, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 05/10/2022.



Documento assinado eletronicamente por **Luciana Gomes Castanheira, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 06/10/2022, às 17:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0409267** e o código CRC **60550B88**.

*Dedico este trabalho a minha família,
que me incentivou a sempre estudar e sonhar.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha família pela compreensão nesses anos de estudos, principalmente a minha esposa Karina e ao meu filho Frederico que tiveram muita paciência comigo. E a meus pais e familiares que sempre me incentivaram a estudar. Agradecimentos especiais a todos os professores do DECAT, da UFOP e amigos que contribuíram para meu aprendizado durante o curso. E por último a Deus que me fortaleceu nos momentos de fraqueza.

"O sucesso é a soma de pequenos esforços repetidos dia após dia." (Robert Collier)

RESUMO

Esse trabalho trata do desenvolvimento e aplicação de um protótipo para monitoramento e controle da temperatura, umidade, tensão, presença e chama do DATA CENTER do Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Ouro Preto, para que os funcionários lotados no Setor de Tecnologia da Informação possam ter acesso a essas informações captadas pelos sensores. Foi feito por meio de uma ferramenta de monitoramento chamada Zabbix já existente no setor, a qual será integrada com a plataforma do Arduino. Após definir como seria o desenvolvimento do trabalho, o protótipo foi montado e testado no Data Center. O protótipo teve um bom resultado, aprovado pela equipe do setor de TI, e todos da equipe agora recebem notificações em tempo real, quando acontece um problema na sala do Data Center. Quanto ao custo do protótipo comparado com outras soluções disponíveis no mercado ficou mais acessível.

Palavras-chaves: data center, sensores, zabbix, arduino, monitoramento.

ABSTRACT

This work deals with the development and application of a prototype for monitoring and controlling the temperature, humidity, voltage, presence and flame of the DATA CENTER of the Federal Institute of Minas Gerais – Ouro Preto Campus, so that employees working in the Information Technology Sector can access this information captured by the sensors. It was done through a monitoring tool called Zabbix already existing in the sector, which will be integrated with the Arduino platform. After defining how the work would be developed, the prototype was assembled and tested in the Data Center. The prototype had a good result, approved by the IT sector team, and everyone on the team now receives real-time notifications when a problem occurs in the Data Center room. As for the cost of the prototype compared to other solutions available on the market, it became more accessible.

Key-words: data center. sensors. zabbix. arduino. monitoring.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Visão geral de um rack com equipamentos alocados.	17
Figura 2 – Visão geral da IoT.	18
Figura 3 – Placa Arduino UNO.	19
Figura 4 – Sensor DHT22.	19
Figura 5 – Sensor LDR.	20
Figura 6 – Sensor Tensão.	20
Figura 7 – Sensor Chama.	21
Figura 8 – Buzzer e LED.	21
Figura 9 – Módulo Ethernet Shield.	22
Figura 10 – Display LCD 16x2.	22
Figura 11 – Módulo I2C.	23
Figura 12 – Visão geral do Zabbix.	23
Figura 13 – Protótipo Montado na Protoboard	26
Figura 14 – Tela IDE Novo Projeto	27
Figura 15 – Tela IDE Monitor serial	28
Figura 16 – Tela Zabbix criando Host	29
Figura 17 – Tela Zabbix criando item	30
Figura 18 – Tela Zabbix criando trigger	30
Figura 19 – Tela Zabbix criando gráfico	31
Figura 20 – Tela Zabbix dashboard	31
Figura 21 – Tela Zabbix 7 dias de Monitoramento	33
Figura 22 – Tela Zabbix 1 dia de Monitoramento	34
Figura 23 – Tela Telegram mensagens enviadas	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela que resume o custo do protótipo.	35
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TI	Tecnologia da Informação
DC	Data Center
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
SNMP	Simple Network Management Protocol - Protocolo Simples de Gerência de Rede
CPU	Central Processing Unit - Unidade Central de Processamento
GND	Graduated Neutral Density - Filtro Graduado de Densidade Neutra
IDE	Integrated Development Environment - Ambiente de Desenvolvimento Integrado
IoT	Internet das Coisas
LED	Light Emitting Diode - Diodo Emissor de Luz
LDR	Resistor Dependente de Luz
VCC	Voltagem em Corrente Contínua
VAC	Voltagem em Corrente Alternada
AC	Corrente Alternada
NBR	Norma Técnica
RAM	Random Access Memory - Memória de Acesso Aleatório
TCP	Transmission Control Protocol- Protocolo de Controle de Transmissão
UDP	User Datagram Protocol- Protocolo de datagrama do usuário
IP	Internet Protocol - Protocolo de Internet
LCD	Liquid Crystal Display - Tela de cristal líquido
I2C	Inter-Integrated Circuit - Circuito Inter-integrado
WEB	World Wide Web - Rede Mundial de Computadores
SDA	Serial Data

SCL	Serial Clock
UTP	Unshielded Twisted Pair
API	Application Programming Interface - Interface de Programação de Aplicação
HTML	HyperText Markup Language - Linguagem de Marcação de HiperTexto
VPN	Virtual Private Network - Rede Privada Virtual
DECAT	Departamento de Engenharia de Controle e Automação
UFOP	Universidade Federal de Ouro Preto
TCE/RN	Tribunal de Contas do Estado Rio Grande do Norte
ESP32	MicroControlador
IFTTT	If This Then That
NodeMCU	Plataforma de internet das coisas
IFMG-OP	Instituto Federal de Minas Gerais-Ouro Preto
DHT	Digital-output relative humidity & temperature sensor/module
nm	Unidade de medida de comprimento do sistema métrico
RJ45	Modelo padrão e universal para conexões Ethernet

LISTA DE SÍMBOLOS

Ω Unidade de medida de resistência elétrica

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Justificativas e Relevância	14
1.2	Metodologia	15
1.3	Objetivos	15
1.3.1	<i>Objetivo geral</i>	15
1.3.2	<i>Objetivos específicos</i>	15
1.4	Organização e estrutura	16
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1	Data Center	17
2.2	Internet das Coisas (IoT)	18
2.3	Plataforma Arduino	18
2.4	Sensores, Atuadores e Módulos	19
2.4.1	<i>Sensor DHT22</i>	19
2.4.2	<i>Sensor LDR</i>	19
2.4.3	<i>Sensor Tensão</i>	20
2.4.4	<i>Sensor Chama</i>	20
2.4.5	<i>LED e Buzzer</i>	21
2.4.6	<i>Módulo Ethernet Shield</i>	21
2.4.7	<i>Módulo Display LCD 16x2</i>	22
2.4.8	<i>Módulo I2C</i>	22
2.5	Zabbix	23
2.6	Telegram	24
2.7	SNMP	24
3	DESENVOLVIMENTO	25
3.1	Montagem do protótipo	26
3.2	Utilizando a IDE Arduino	27
3.3	Testando o protótipo	28
3.4	Integrando Arduino com Zabbix	28
3.5	Criando o host, itens, alertas, gráficos e dashboard no Zabbix	29
3.5.1	<i>Criando o Host</i>	29
3.5.2	<i>Criando os itens</i>	29
3.5.3	<i>Criando os alertas</i>	30
3.5.4	<i>Criando os gráficos</i>	31
3.5.5	<i>Criando o dashboard</i>	31

3.5.6	<i>Criando o envio de mensagens</i>	32
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	33
4.1	Telas do Monitoramento	33
4.2	Telas de Recebimento dos Alertas	34
4.3	Custo do protótipo	35
5	CONCLUSÃO	36
	REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

Com a expansão do ensino técnico, ensino superior presencial e à distância nas últimas décadas, e mais recentemente com a implantação do ensino remoto durante a pandemia, juntamente com o avanço das tecnologias da informação e comunicação (TIC's) fez necessário a ampliação de diversos *Data Center* (DC), onde ocorre o alojamento e gerenciamento dos equipamentos de processamento, armazenamento de informações e também os sistemas ativos de redes, tais como roteadores, *switches*, *firewall*, servidores entre outros. Esses equipamentos em conjunto utilizam a energia elétrica para o seu devido funcionamento e como consequência geram muito calor em pleno funcionamento, pois são submetidos a um alto desempenho e alto processamento durante 24h por dia.

1.1 Justificativas e Relevância

O calor produzido nesses equipamentos é lançado para o interior do DC, por meio dos *coolers* instalados no interior de cada equipamento. Isso faz com que a temperatura da sala aumente, necessitando de uma climatização ideal, por meio de aparelhos de ar condicionado.

A climatização faz necessária para que os equipamentos instalados dentro do DC possam manter seu bom funcionamento com uma condição climática favorável. Visto ainda que são equipamentos muito custosos e de muita importância para a instituição, pois tudo que ocorre dentro do campus passa pelo DC. Se a refrigeração acontecer de forma errônea e não houver nenhum tipo de controle, a segurança do DC estará vulnerável, fazendo com que o instituto sofra com perda de dados, de conexões, com a queima de equipamentos e até mesmo com possíveis incêndios, que venham a acontecer devido ao superaquecimento da sala e dos equipamentos.

A falta de energia também é um problema que deve ser monitorado, pois a queda da energia, além de interromper os serviços no DC pode danificar os equipamentos, caso falte por um período que supere a capacidade de carga do no-break. Assim, um sensor que monitore a tensão será de grande valia para o DC.

A segurança do DC quanto a entrada de pessoas também é muito importante, assim um sensor de presença informaria se alguém adentrou na sala sem ser permitido.

A partir desses fatos apontados, foi verificado que no Instituto Federal de Minas Gerais - Ouro Preto (IFMG-OP), há um Setor de Tecnologia da Informação (TI), que aloca um DC com diversos equipamentos de rede. Onde os funcionários do setor necessitam monitorar algumas variáveis de controle por meio de alguns sensores.

Dessa forma, foi desenvolvido um protótipo utilizando a plataforma Arduino e alguns sensores para captar os dados dentro da sala do DC. O IFMG-OP já faz o uso da ferramenta

de monitoramento chamada Zabbix para controlar a temperatura interna e o funcionamento de diversos equipamentos dentro da rede do campus por meio de gráficos, que são exibidos por uma página WEB. Por meio do protocolo SNMP realizou a integração dela com o arduino e criou alguns tipos de alertas, que a ferramenta nos oferece. Com intuito de contribuir para o bom funcionamento com segurança e conservação de todos os equipamentos instalados dentro do DC, já que são essenciais para todas as atividades desenvolvidas dentro do campus. Além disso, amenizar o trabalho e a preocupação dos usuários lotados no Setor de TI, que enfrentavam dificuldades para saber e controlar a temperatura, umidade, tensão, presença e chama no DC em momentos em que não estão no campus.

1.2 Metodologia

1. Pesquisar sobre ferramentas existentes para o problema e estado da arte.
2. Levantar os requisitos para criação do protótipo.
3. De acordo com os requisitos levantados e ferramentas existentes encontradas, definir sobre qual será a solução para o presente trabalho.
4. Montar e testar o protótipo.
5. Integrar o protótipo com o Zabbix.
6. Criar os alertas no Zabbix
7. Testar a integração.
8. Finalizar a aplicação.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Desenvolvimento de um protótipo utilizando a plataforma Arduino e sensores que integre as informações captadas com o Zabbix.

1.3.2 Objetivos específicos

1. Fazer um levantamento na literatura sobre trabalhos já apresentados para controle da temperatura, umidade, tensão, presença e chama em *Data Center*.
2. Verificar ferramentas disponíveis para essa finalidade.
3. Definir sobre desenvolvimento de um protótipo utilizando Arduino, sensores e a integração com Zabbix.

4. Realizar implementação do protótipo e sua integração com o Zabbix.
5. Realizar testes no protótipo desenvolvido e na integração com o Zabbix.
6. Configurar o Zabbix para que envie mensagens de alertas utilizando o *Telegram*.

1.4 Organização e estrutura

O presente trabalho é dividido por capítulos, após a introdução, no capítulo 1, é apresentado o capítulo 2, que destaca a revisão bibliográfica, a fim de possibilitar um embasamento necessário para que o leitor possa entender a proposta do trabalho. No capítulo 3 é apresentado o desenvolvimento para realização do trabalho. O capítulo 4 mostra os resultados e discussões após o desenvolvimento e testes realizados. Já no capítulo 5, será apresentada a conclusão do presente trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Data Center

Um DC é o local no qual alocamos toda a infraestrutura de servidores, que são responsáveis pelo processamento e armazenamento dos dados, e ativos de rede, como *switches* e roteadores. Para manter esses equipamentos organizados utilizam os *racks*, uma estrutura metálica, na qual acomodam os equipamentos em seu interior, conforme a figura 1.



Figura 1 – Visão geral de um rack com equipamentos alocados.

Fonte: PNGall, 2020

Esses locais são regidos por normas de construção e funcionamento, a NBR 14565 (Associação Brasileira de Normas Técnicas)([ABNT, 2013](#)) e ANSI/TIA 942 (*American National Standards Institute/Telecommunications Industry Association*)([ANSI/TIA-942, 2013](#)). A ANSI/TIA juntamente com ASHRAE (*American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Sociedade Americana de Engenheiros de Climatização*) especifica que as faixas de temperatura e a umidade nos DCs devem ser de 20° C a 25° C e 40% a 55%, respectivamente.

A segurança do DC aumentará se o mesmo possuir uma proteção contra incêndio, um sistema para controle da temperatura e acesso. Além disso, para manter um bom funcionamento deverá possuir uma infraestrutura, segurança física, refrigeração e energia adequada.([VARELA, 2016](#)).

2.2 Internet das Coisas (IoT)

A ideia de IoT se dá por meio de uma rede de comunicação entre vários dispositivos físicos capazes de coletar e transmitir dados, conforme a figura 2.

A Internet das Coisas é a extensão a internet atual onde os objetos tem capacidade de serem conectados a internet. Essa conexão favorece o controle remotamente dos objetos para que sejam acessados como provedores de serviços. A IoT pode ser aplicada a área de monitoramento e gerenciamento da climatização de DC, sugerindo um uso adequado e consciente do recursos disponíveis(SOARES; FARIA, 2021).

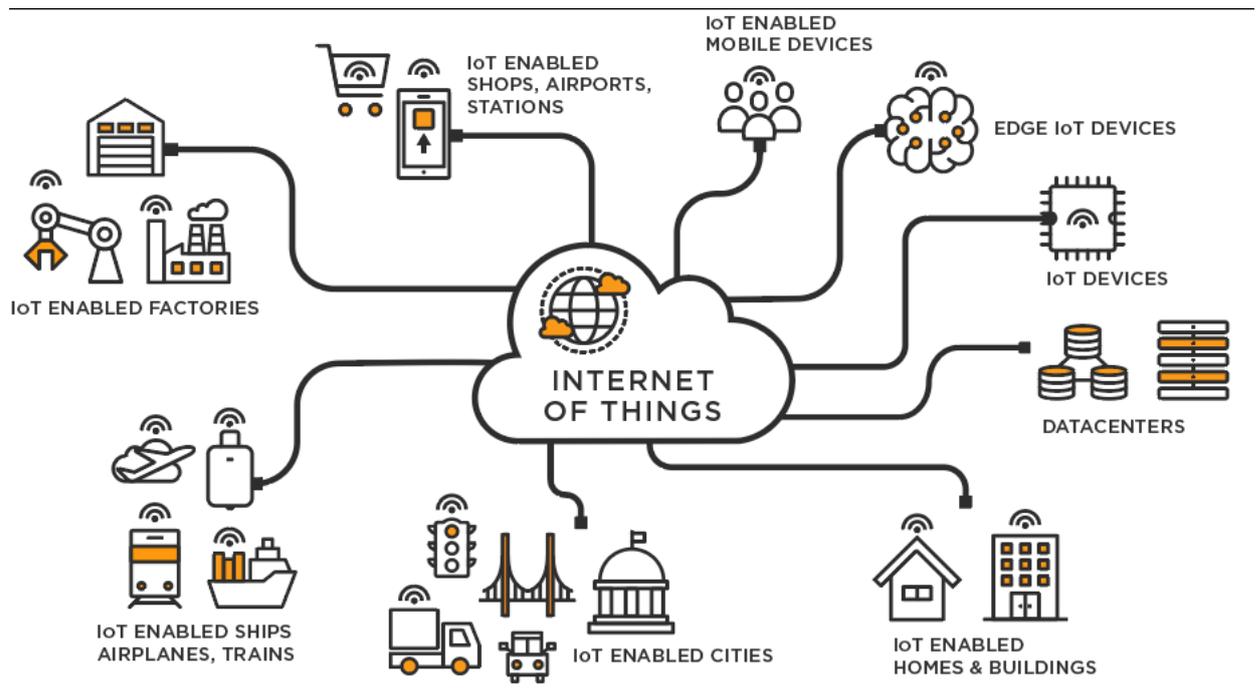


Figura 2 – Visão geral da IoT.

Fonte: Tibco, 2022

2.3 Plataforma Arduino

O Arduino é um microcontrolador de código aberto que pode ser programado, apagado e reprogramado. A plataforma Arduino foi projetada para fornecer uma maneira barata e fácil para estudantes e profissionais criarem dispositivos que interagem com o ambiente usando sensores e atuadores(ANTONIO; MATTOS, 2018).

A plataforma Arduino é composta por software e hardware. Ela utiliza um microcontrolador ATMega e possui um ambiente integrado de desenvolvimento (IDE) para escrever o código. Através de uma porta USB ligada a placa, é feito upload do programa escrito no IDE para a placa, permitindo a placa Arduino executar instruções interagindo com os periféricos que estiverem conectados a ela(SOARES; FARIA, 2021).

O Arduino UNO é um modelo com características importantes, tais como, 14 pinos de entrada ou saídas digitais, possui um microprocessador ATmega328, memória RAM de 2 KB, memória flash de 32 KB e clock de 16 MHz, conforme a figura 3.

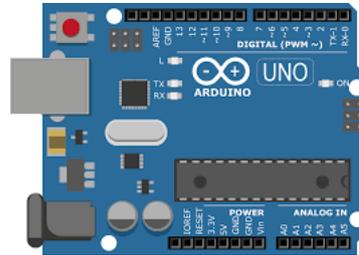


Figura 3 – Placa Arduino UNO.

Fonte: Gratispng, 2020

2.4 Sensores, Atuadores e Módulos

2.4.1 Sensor DHT22

O DHT22, conforme a figura 4, é um sensor de temperatura e umidade que permite fazer leituras de temperaturas entre -40 a $+80$ graus Celsius e umidade entre 0 a 100, sendo muito fácil de usar com Arduino, *Raspberry* e outros microcontroladores, pois possui apenas 1 pino com saída digital. Ele possui um sensor capacitivo de umidade e um termistor para medir o ar circundante, ambos conectados a um controlador de 8 bits que produz um sinal digital serial no pino de dados. Sua faixa de precisão para temperatura é de $\pm 0,5$ grau, e para umidade é de $\pm 2\%$. É importante usar um resistor *pullup* de $4,7k$ a $10k\Omega$ ligando o pino de saída de dados ao pino de alimentação.



Figura 4 – Sensor DHT22.

Fonte: Eletronik LV, 2015

2.4.2 Sensor LDR

O LDR (Light Dependent Resistor) é um componente cuja resistência varia de acordo com a intensidade da luz, conforme a figura 5. Quanto mais luz incidir sobre o componente,

menor a resistência. Este sensor de luminosidade pode ser utilizado em projetos com Arduino e outros microcontroladores para alarmes, automação residencial, sensores de presença e etc.

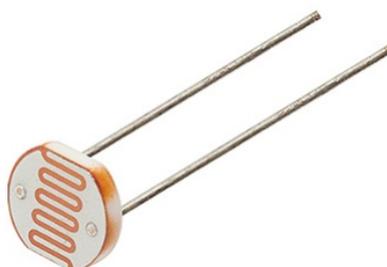


Figura 5 – Sensor LDR.

Fonte: Grafeno Componentes, 2020

2.4.3 Sensor Tensão

O Sensor de Tensão AC 127V/220V escolhido é desenvolvido pela *MasterWalker Shop*, conforme a figura 6. Ele é capaz de detectar a existência ou não de tensão alternada em um circuito. Este módulo aceita na entrada uma tensão de 0 a 220VAC e o mesmo suporta a tensão de pico de 220VAC (311VAC).

O módulo possui um optoacoplador que assegura o isolamento da tensão AC na entrada, resistor *pull down* para garantir que a leitura não fique flutuando e um capacitor para estabilizar a saída. Como a placa é ligada em paralelo, a corrente do circuito é irrelevante para o sensor.



Figura 6 – Sensor Tensão.

Fonte: MasterWalker Shop, 2022

2.4.4 Sensor Chama

O sensor escolhido pode detectar fontes de chama ou outras fontes de luz, que possuam tamanho de onda entre 760 a 1100 nm, conforme a figura 7. Por meio do potenciômetro presente no sensor é possível regular a saída digital D0 e seu ângulo de detecção pode chegar a 60 graus.

Quando há fogo a saída do sensor fica em estado baixo e quando não há detecção em estado alto.

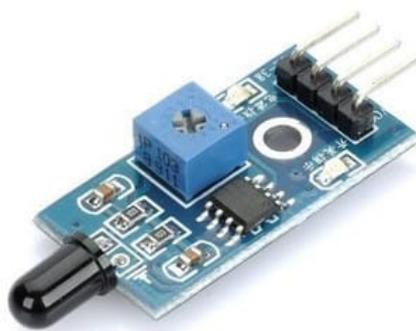


Figura 7 – Sensor Chama.

Fonte: Filipeflop, 2022

2.4.5 LED e Buzzer

O LED é um diodo emissor de luz, que emite luz de forma eficiente e econômica. Ele possui dois terminais um catodo(+) e um anodo(-), onde o maior é o positivo e o menor negativo.

O Buzzer é um dispositivo externo com dois pinos contendo em seu interior um elemento piezoelétrico, que consiste num disco central de cerâmica rodeado por um disco vibratório de metal. Ao energizar o buzzer, o disco de cerâmica contrai ou expande, fazendo com que o disco ao redor vibre formando um som. Para alterar o som, basta alterar a frequência.



Figura 8 – Buzzer e LED.

Fonte: Usinainfo, 2022

2.4.6 Módulo Ethernet Shield

O *Ethernet Shield W5100*, conforme a figura 9, permite que a placa Arduino se conecte à internet por meio dos protocolos TCP ou UDP oferecendo um endereço IP compatível.

Este módulo é acoplado sobre a placa do Arduino uno. Ao ligar um cabo de rede é possível monitorar o estado de qualquer dispositivo por meio do browser de um computador ou smartphone. Faz uso da biblioteca *Ethernet Library SDLibrary*.



Figura 9 – Módulo Ethernet Shield.

Fonte: FilipeFlop, 2022

2.4.7 Módulo Display LCD 16x2

O *display LCD*, conforme a figura 10, é composto por 16 colunas e 2 linhas, uma luz de fundo azul, um escrita branca e um controlador HD44780. Esse controlador é usado em toda indústria de LCD's como base de interface homem máquina.

A conexão do módulo é feita por meio de 16 pinos, sendo que basta utilizar 12 pinos para uma conexão básica com o microcontrolador. E sendo 11 para conexão de entrada/saída e o restante para ajuste de contraste e alimentação do *backlight*.



Figura 10 – Display LCD 16x2.

Fonte: FilipeFlop, 2022

2.4.8 Módulo I2C

O Módulo Serial I2C para *display*, conforme a figura 11, é um equipamento utilizado para conectar displays LCDs no Arduino, proporcionando uma economia de pinos a serem utilizados no arduino. Na instalação comum de um *display LCD 16x2* ou *LCD 20x4* no Arduino é necessário a ligação de 6 pinos. Já com o Módulo Adaptador I2C você poderá controlar o seu *display lcd* usando apenas 2 pinos: o pino analógico 4 (SDA) e o pino analógico 5 (SCL).

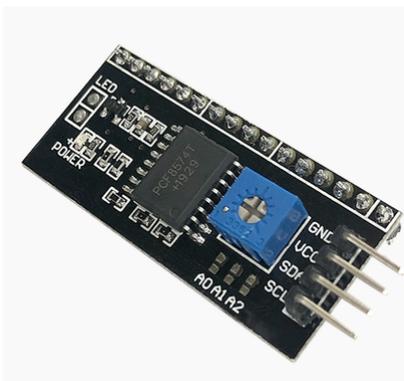


Figura 11 – Módulo I2C.

Fonte: Robocore, 2022

2.5 Zabbix

O Zabbix é uma plataforma open source de monitoramento distribuído com gerenciamento centralizado. Oferece uma gama de mecanismos para monitoramento de parâmetros de equipamentos de infraestrutura de TI através do protocolo SNMP ou seus agentes, conforme a figura 12. Através dessa plataforma é possível emitir diferentes tipos de notificações: por e-mails, sms, alarmes entre outros (HERNANTES; GALLARDO; SERRANO, 2015).

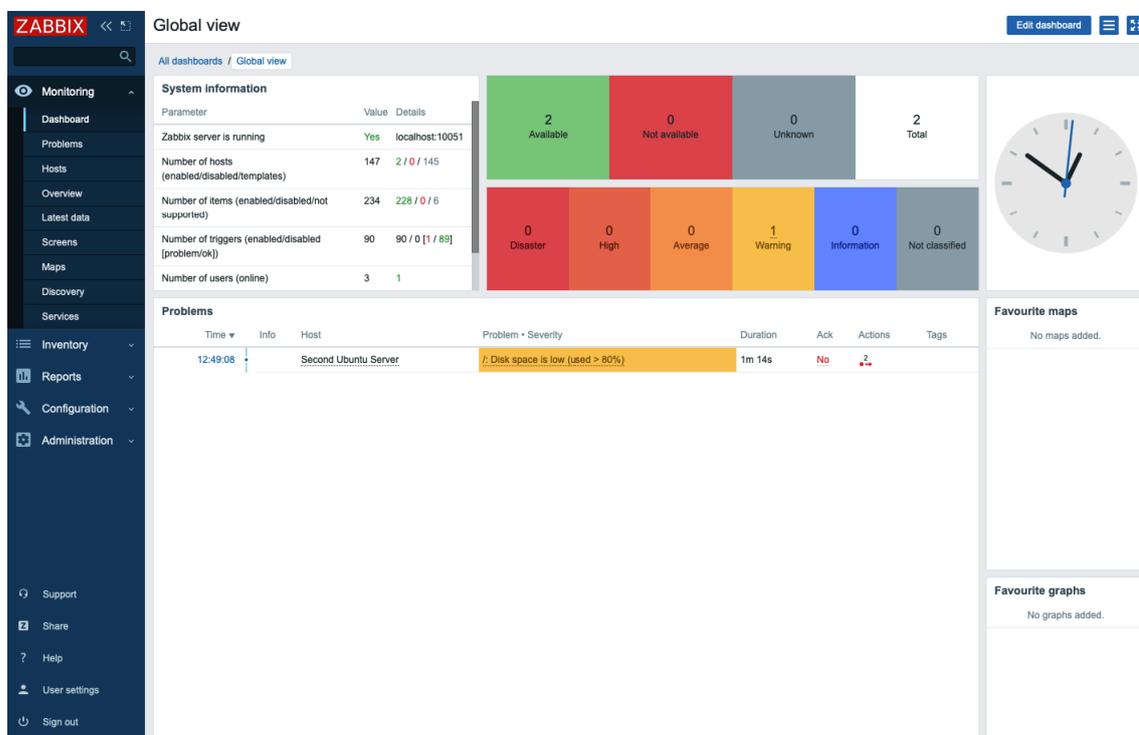


Figura 12 – Visão geral do Zabbix.

Fonte: Digitalocean, 2022

2.6 Telegram

O telegram é um serviço de mensagens instantâneas baseado em nuvem. Ele está disponível para smartphones ou tablets, computadores e também como aplicação WEB. Não há cobrança de taxas para obter e nem para utilizar seus recursos. Os usuários podem fazer chamadas com vídeo, enviar mensagens e trocar fotos, vídeos e arquivos de qualquer tipo ([WIKIPEDIA, 2022](#)).

O telegram oferece o envio de mensagens automatizadas por meio de seus bots. Os bots são robôs pré-configurados para executar um comando a partir de um determinado estímulo.

O *botfather*(bot pai), é uma ferramenta que permite criar a conexão do Telegram com outras plataformas. Essa conexão funciona por meio de uma API de conexão segura. Sua criação e configuração é bem simples e intuitiva ([BUME, 2022](#)).

2.7 SNMP

O protocolo SNMP (Simple Network Management Protocol), é um protocolo que cuida da gerência de redes facilitando a comunicação entre máquinas e garantindo a interoperabilidade entre fabricantes. É por meio das MIBs (Management Information Base) que o SNMP estabelece de forma hierárquica a gestão dos itens de dados e pelas OIDs (Object Identifier) de cada objeto farão o seu armazenamento e consultas([ARAUJO; JUNIOR, 2013](#)).

3 DESENVOLVIMENTO

Com o levantamento dos seguintes trabalhos correlatos de (SOUSA; ARAUJO; ALENCAR, 2020), (CUNHA, 2019), (OLIVEIRA, 2019) e (SILVA, 2018), pudemos definir o que utilizar para o desenvolvimento do protótipo.

O artigo de (SOUSA; ARAUJO; ALENCAR, 2020), com o objetivo de construção de um sistema para controle e monitoramento das variáveis ambientais de temperatura e umidade de um pequeno DC em tempo real, utilizou microcontroladores e softwares livres. Para o monitoramento fizeram o uso do Zabbix e para o controle das variáveis utilizaram o App Blynk¹, juntamente com sensores, NodeMCU e outros componentes eletrônicos.

O autor (CUNHA, 2019), descreveu como foi implementado um sistema para monitorar a temperatura, umidade e outras condições da sala do DC do TCE/RN, utilizando Internet das Coisas, com o sistema em um chip ESP32, utilizando a plataforma Arduino, e a ferramenta de monitoramento Zabbix, como uma espécie de gerenciamento, além dos serviços IFTTT e *ThingSpeak*², para auxiliar no envio de alertas, e painéis de monitoramento, utilizando o Grafana³ para auxiliar a equipe de Infraestrutura de TI da Diretoria de Informática.

Já o autor (OLIVEIRA, 2019), propôs o monitoramento de corrente, temperatura e umidade em estações de telecomunicações em tempo real e não invasivo, utilizando a tecnologia Arduino e o sistema Zabbix.

Outro autor (SILVA, 2018), que desenvolveu uma plataforma de baixo custo para o monitoramento de algumas variáveis de um DC, utilizando o Arduino, sensores e o Zabbix.

A partir dos trabalhos apresentados e com a possibilidade que o IFMG-OP fornecia, foi escolhido trabalhar com o Arduino UNO e o software de gerenciamento Zabbix. Quanto ao sensor de temperatura e umidade optou-se pelo DHT22, devido a sua alta precisão na leitura dos dados em relação ao DHT11. Para as variáveis de tensão, presença e chama esses artigos não apresentaram soluções, então foi utilizado um LDR para indicar a presença de alguém dentro da sala, já que a sala do DC é uma sala totalmente fechada e sem nenhuma iluminação externa. Assim, para uma pessoa adentrar no interior precisará de uma fonte de luz para poder caminhar pela sala. E para a variável chama escolheu-se um módulo Sensor infravermelho para fazer a indicação da presença de chama no interior do DC. Por último, foi utilizado um módulo sensor de Tensão AC 127V / 220V fabricado pela Master Walker Eletronic Shop para verificar a presença de tensão alternada em circuito elétrico com um custo bem razoável.

¹ O App Blynk é um aplicativo disponível para Android e iOS que permite ao usuário criar aplicações que interagem com o hardware.

² ThingSpeak é uma plataforma aberta com análise de dados para Internet das Coisas, que permite armazenar, visualizar e analisar fluxos de dados em tempo real, na nuvem.

³ Grafana é uma aplicação web de análise de código aberto multiplataforma e visualização interativa da web. Ele fornece tabelas, gráficos e alertas para a Web quando conectado a fontes de dados suportadas.

3.1 Montagem do protótipo

Para a montagem do protótipo foram utilizados os seguintes componentes, conforme a figura 13:

1. Protoboard 830 pontos;
2. Jumpers para conexão dos componentes;
3. Resistores, LEDs, Buzzer;
4. Display LCD 16x2 e módulo I2C para display LCD;
5. Sensores LDR, DHT22, Tensão, Chama;
6. Arduino UNO e Ethernet Shield;
7. Cabo UTP com conectores RJ45;
8. Fonte de alimentação para o Arduino de 9V;
9. Cabo de força AC Rabicho 3x0,75mm 10 Amperes;

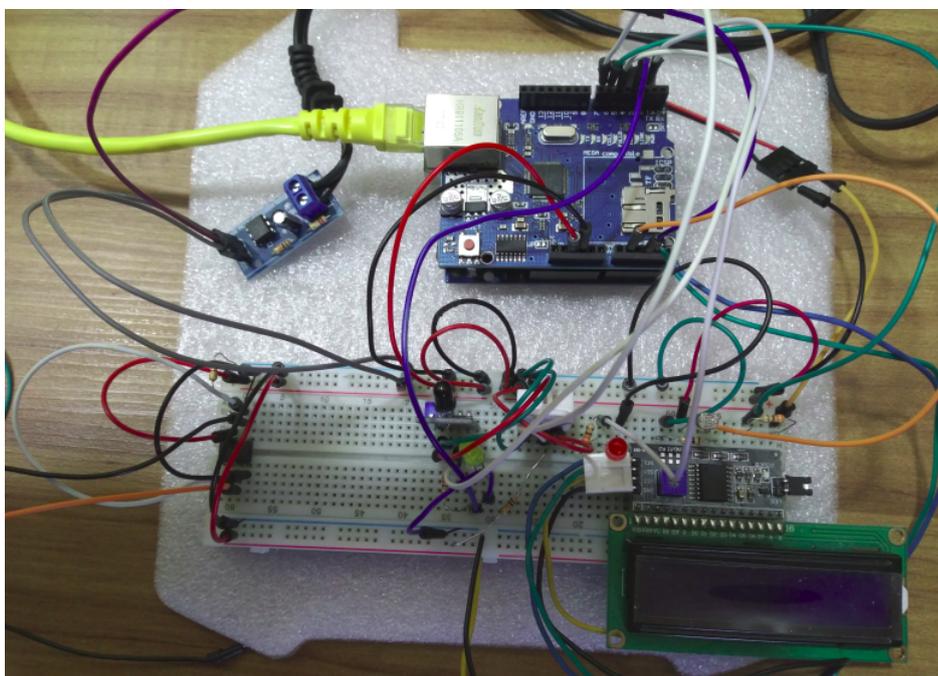


Figura 13 – Protótipo Montado na Protoboard

Fonte: Tostes, 2022

Primeiramente, foi conectada a placa *ethernet shield* na placa do Arduino. Em seguida conectados os pinos de alimentação 5V e GND na *protoboard*. A partir daí, foram conectados os

módulos com sensores DHT22, Chama, Tensão, o LCD 16x2 com módulo I2C e por fim o LDR, os LEDs e os resistores na protoboard.

Para conexão dos módulos com sensores foram utilizadas as portas digitais 2, 3, 5, 6, 7 e as analógicas A1, A3, A4, A5 presentes no Arduino para finalizar a montagem do circuito. Essas portas servem para receber alguma informação ou dar uma informação para o sistema. No caso da portas digitais elas podem ser configuradas como portas de entrada ou saída e trabalham com apenas dois valores 0 ou 1. Já as portas analógicas variam de 0 a 1023.

3.2 Utilizando a IDE Arduino

Primeiramente, o Arduino foi conectado no computador por meio do cabo USB. Após a conexão executa-se a aplicação IDE e clicando em Arquivo -> Novo para criar seu projeto. Por padrão, o projeto criado já vem com duas funções definidas a *void setup()* e a *void loop()*, conforme a figura 14. Após isso, deverá verificar no menu ferramentas se a placa e a porta estão definidas corretamente.

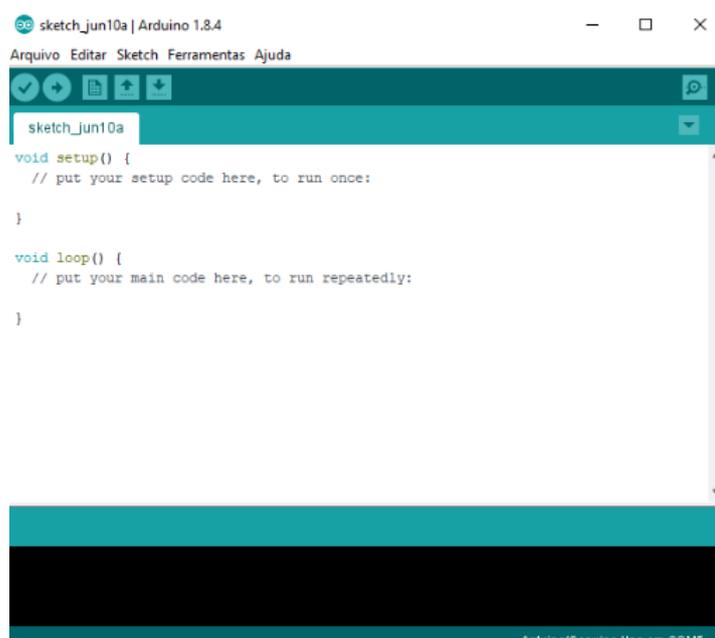


Figura 14 – Tela IDE Novo Projeto

Fonte: Tostes, 2022

Para iniciar a implementação foram definidas quais bibliotecas seriam utilizadas. Para isso foi usado o caracter # mais a palavra reservada da sintaxe '*include*': #include <nome da biblioteca>.

Logo, na sequência foram definidas as variáveis e as portas usando o caracter # mais a palavra '*define*' e porta do Arduino: #define nome porta.

E por fim, definidas as funções *void setup()* onde foram inseridas as instruções de configuração e/ou que serão executadas pelo seu microcontrolador do Arduino uma só vez. E a *void loop()* onde é inserido a rotina principal, que ficará repetindo continuamente as linhas digitadas.

3.3 Testando o protótipo

Para testar o protótipo inicialmente utilizou o Monitor Serial presente na IDE Arduino, conforme a figura 15. O qual foi iniciado no *void setup()* por meio da instrução '`Serial.begin(9600)`'. E no *void loop()* por meio dos comandos '`Serial.println(variável ou porta do sensor)`'.

```
LDR: 846
-----
Porta D5 Fire: 1
---
Sem Fogo
Tensão medida na rede AC: 125V
-----
Umidade: 80.00 % Temperatura: 23.90 *C
Porta A0: 840
-----
LDR: 834
-----
Porta D5 Fire: 1
---
Sem Fogo
Tensão medida na rede AC: 127V
-----
Umidade: 80.00 % Temperatura: 24.00 *C
Porta A0: 824
-----
LDR: 845
-----
Porta D5 Fire: 1
---
Sem Fogo
Tensão medida na rede AC: 125V
-----
Umidade: 80.00 % Temperatura: 24.00 *C
Porta A0: 835
-----
LDR: 838
-----
Porta D5 Fire: 1
---
Sem Fogo
Tensão medida na rede AC: 126V
-----
Umidade: 80.00 % Temperatura: 24.00 *C
-----
```

Figura 15 – Tela IDE Monitor serial

Fonte: Tostes, 2022

Com o uso do Display LCD 16x2 definiu no *void setup()*, a inicialização do módulo por meio do comando '`lcd.begin(16x2)`'. E definiu no *void loop()* alguns comandos para exibir as informações coletadas pelos sensores.

3.4 Integrando Arduino com Zabbix

Primeiramente, instalou numa máquina local com sistema operacional *Linux Ubuntu* a versão mais recente do *Zabbix*.

Para a integração do Arduino com o Zabbix foi utilizada uma biblioteca chamada Agentuino que foi criada e compartilhada no *GitHub*. Podendo ser encontrada no seguinte *link* <https://github.com/Isw/Agentuino>.

A partir dessa biblioteca definiu-se algumas funções no código para o *Zabbix* ler, armazenar e interpretar os dados capturados pelo Arduino.

3.5 Criando o host, items, alertas, gráficos e dashboard no Zabbix

Foi consultada a documentação do Zabbix para entender e desenvolver essa seção (ZABBIX, 2022).

3.5.1 Criando o Host

Após a instalação da aplicação *Zabbix* no servidor, criou o *host* Arduino, o qual precisou de algumas informações conforme a figura 16. Esse *host* fará a comunicação entre o Arduino e o *Zabbix*.

Interfaces	Type	IP address	DNS name	Connect to	Port	Default	
SNMP		10.100.15.224		IP	DNS	161	<input checked="" type="radio"/> Remove

Figura 16 – Tela Zabbix criando Host

Fonte: Tostes, 2022

3.5.2 Criando os items

Dando sequência na configuração foram criados os items Temperatura, Umidade, Tensão, Incêndio e Presença. Conforme a figura 17, foi exibida apenas a configuração do item Temperatura. Para os demais items basta trocar cada informação necessária de acordo com o item a ser criado.

3.5.4 Criando os gráficos

E por fim, foram criados os gráficos. Onde definiram-se alguns parâmetros, como por exemplo, o tipo de gráfico, os valores de cada eixo e a legenda, conforme a figura 19.

Figura 19 – Tela Zabbix criando gráfico

Fonte: Tostes, 2022

3.5.5 Criando o dashboard

O *dashboard* é um painel visual que apresenta, de maneira centralizada, um conjunto informações. Neste trabalho mostrará os dados lidos pelos sensores em uma página por meio de todos os gráficos criados, conforme a figura 20.



Figura 20 – Tela Zabbix dashboard

Fonte: Tostes, 2022

3.5.6 Criando o envio de mensagens

Para o envio de mensagens alertando o problema ocorrido foi utilizado o recurso *webhook*⁴ do Zabbix usando a API do Telegram Bot.

Com o *telegram* instalado no aparelho *smartphone* com sistema operacional *Android* foi criado um *bot*, conforme o tutorial disponibilizado no site do Zabbix(ZABBIX, 2022).

Configurando o Zabbix para enviar os alertas: Na seção "Administração > Tipos de mídia", foi importado o template `media_telegram.yaml`. Após a importação abra o template e configure o tipo de mídia adicionado: Copie e cole seu token de bot do Telegram no campo "telegramToken".

Para receber notificações no Telegram, você precisa criar um usuário Zabbix e adicionar Mídia com o tipo Telegram. No campo "Enviar para", digite o ID do chat do usuário do Telegram ou o ID do grupo obtido durante a configuração do Telegram.

⁴ Webhook é um recurso que possibilita o envio de dados em tempo real entre dois sistemas ou aplicativos distintos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o protótipo montado e testado em ambiente comum, foi possível instalar o protótipo na sala do DC para verificar as variáveis do referido trabalho.

O protótipo ficou em funcionamento durante uma semana, na qual foi possível acessar o Zabbix remotamente por meio da VPN do IFMG.

Neste período tiveram poucas intercorrências, as mais acionadas foram temperatura e umidade. Mas nada com criticidade e que precisasse de intervenção por alguém da equipe.

4.1 Telas do Monitoramento

Durante uma semana de monitoramento, conforme a figura 21, foi percebido que o gráfico da umidade obteve muitos alertas. Enquanto que a temperatura também teve suas marcações. Para essas duas variáveis foram criadas alertas seguindo a normatização recomendada. A temperatura foi considerada como problema quando o sensor apresentasse uma leitura superior a 22° C e a umidade se ficasse fora do intervalo estipulado entre 40% e 55%. Quanto aos demais gráficos foram notadas variações apenas no gráfico da presença.

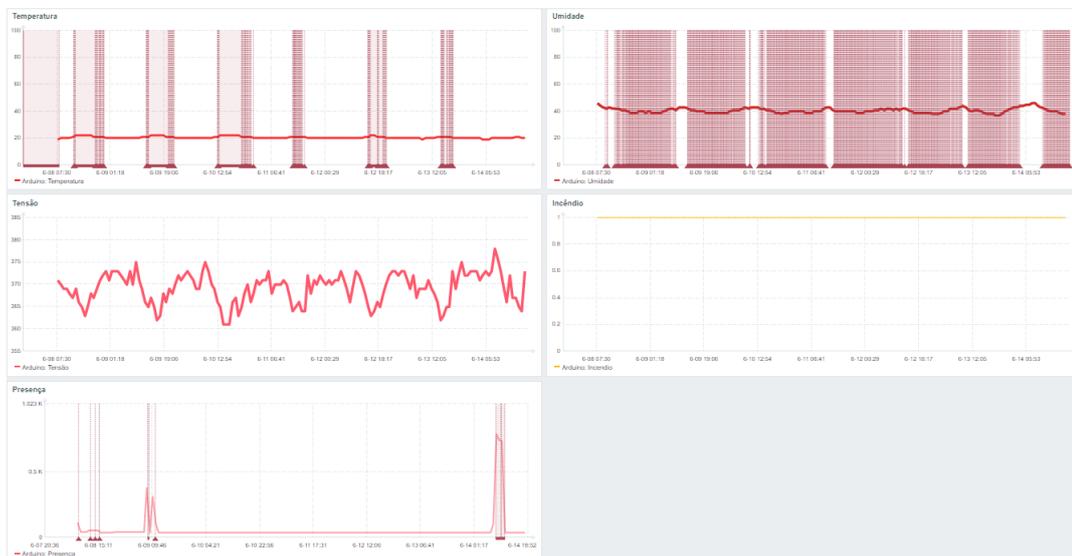


Figura 21 – Tela Zabbix 7 dias de Monitoramento

Fonte: Tostes, 2022

Na figura 22 foi notada uma medição referente a um dia de monitoramento. Foi percebido as mesmas marcações nos gráficos da temperatura e umidade. Quanto aos demais gráficos não houve nenhuma notificação.



Figura 22 – Tela Zabbix 1 dia de Monitoramento

Fonte: Tostes, 2022

4.2 Telas de Recebimento dos Alertas

Caso ocorra alguma eventualidade envolvendo as variáveis alvo de nosso estudo, o Zabbix enviará um alerta para o grupo do Telegram informando o problema ocorrido por meio de uma mensagem padrão. Se porventura o problema seja resolvido, uma nova mensagem é reportada para o grupo informando que o problema foi resolvido. Veja na figura 23 as mensagens padrões.



Figura 23 – Tela Telegram mensagens enviadas

Fonte: Tostes, 2022

4.3 Custo do protótipo

Pode verificar conforme a tabela 1, o custo de cada componente utilizado no protótipo. Em comparação com um modelo Monitor de Temperatura Umidade Datacenter SNMP Com Display ofertado pelo site [MercadoLivre](#) com valor de R\$745,00, notou-se um projeto com valor de 1/3 do comercial.

Outro exemplo de solução pronta no mercado foi encontrada no valor de R\$2.400,00 no [MercadoLivre](#). Para essa solução verificou que o protótipo fica muito mais abaixo do valor de mercado.

Tabela 1 – Tabela que resume o custo do protótipo.

Componente	Preço R\$
Arduino	80,00
Ethenert Shield	70,00
Sensor DHT22	30,00
Sensor Chama	7,00
Sensor LDR	1,00
Sensor Tensão	18,00
Display LCD 16x2	28,00
Módulo I2C LCD	10,00
Protoboard	20,00
Jumpers	5,00
Resitores	1,00
LED	1,00
Total Experimento	271,00

5 CONCLUSÃO

A motivação deste trabalho se deu pela falta de um serviço de monitoramento da temperatura, umidade, tensão, presença e chama no DC do IFMG campus Ouro Preto. Esse monitoramento foi alcançado com a implementação de um protótipo versátil e eficaz para que os funcionários da TI pudessem ter acesso a esses dados por meio de um display LCD 16x2 e por gráficos feitos pelo Zabbix. Além disso, um serviço de envio de mensagens para um grupo criado no Telegram informando as intercorrências no DC foi efetivado.

Esse trabalho foi finalizado com êxito, pois antes a TI não tinha um controle das variáveis de temperatura, umidade, tensão, presença e chama dentro da sala do DC e agora possui esse controle juntamente com os dados captados pelos sensores.

Como trabalhos futuros sugiro um dispositivo que controle a temperatura do ar condicionado abaixando ou aumentando, pois hoje esse controle é estático e manual.

REFERÊNCIAS

- ABNT: Norma abnt nbr 14565:2013, cabeamento estruturado para edifícios comerciais e data centers. [S.l.], 2013.
- ANSI/TIA-942: Telecommunications infrastructure-standard for data center,2005. [S.l.], 2013.
- ANTONIO, M.; MATTOS, M. M. Dc alerta: Protótipo de um sistema de monitoramento da temperatura e umidade para data centers. 2018. 2018.
- ARAUJO, A.; JUNIOR, I. Protocolo de transmissão de dados snmp em redes de sensoriamento sobre a plataforma arduino. In: *IX Congresso de Iniciação Científica do IFRN*. [S.l.: s.n.], 2013. v. 5.
- BUME, B. *ENTENDA DE UMA VEZ POR TODAS O QUE É TELEGRAM!* 2022. <https://blog.bume.com/o-que-e-telegram/>.
- CUNHA, D. R. Internet das coisas: implementando um sistema de monitoramento do data center do tce/rn. 2019. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019.
- HERNANTES, J.; GALLARDO, G.; SERRANO, N. It infrastructure-monitoring tools. *IEEE Software*, 2015. IEEE, v. 32, n. 4, p. 88–93, 2015.
- OLIVEIRA, R. L. d. Monitoramento de corrente, temperatura e umidade em estações de telecomunicações em tempo real e não invasivo, utilizando a tecnologia arduino e o sistema zabbix. 2019. Colatina, 2019.
- SILVA, M. A. S. d. Aferição e monitoramento remoto de temperatura e umidade em datacenter. 2018. UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO, 2018.
- SOARES, W. d. O.; FARIA, N. C. d. S. Gerenciamento remoto da climatização de data center via iot. 2021. Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2021.
- SOUSA, F. V. de; ARAUJO, R. T. S.; ALENCAR, J. J. A. da S. Controle das variáveis ambientais de um data center utilizando softwares e ferramentas livres. In: *Congresso Brasileiro de Automática-CBA*. [S.l.: s.n.], 2020. v. 2, n. 1.
- VARELA, D. C. Monitoramento de temperatura de um data center utilizando uma rede de sensores sem fio. 2016. 2016.
- WIKIPEDIA, a. e. l. *Telegram*. 2022. <https://pt.wikipedia.org/wiki/Telegram>.
- ZABBIX. *Documentação Zabbix*. 2022. <https://www.zabbix.com/documentation/6.0/pt>.