

APLICAÇÃO DE ARDUINO NO EXÉRCITO BRASILEIRO:  
SISTEMA DE MONITORAMENTO DE TEMPERATURA COM ARDUINO  
2º TEN JEFFERSON ADINIZ BORGES FERREIRA  
SGT SILVANEI DA SILVA SANTOS

**RESUMO:** O presente trabalho visa a apresentar uma possível solução para o problema de gerenciamento e monitoração de temperatura dentro das salas de servidores da Escola de Comunicações, uma vez que altas temperaturas nesses locais podem ocasionar em inoperância dos servidores, diminuição da vida útil de equipamentos e até incêndios. A fim de mitigar tal problemática, foi projetado um sistema simples de monitoração de temperatura (de baixo custo) utilizando Arduino, sensor de temperatura LM35, buzzer e Leds.

**Palavras Chaves:** IOT, GERENCIAMENTO, TEMPERATURA, EXÉRCITO, ARDUINO.

## 1 INTRODUÇÃO

A era da informação é uma realidade da sociedade atual, no que tange a esse aspecto dados são cada vez mais valiosos e peças fundamentais que contribuem como fatores de tomada de decisão tanto âmbito público quanto no meio privado. Cada vez mais é exigida velocidade de resposta seja nos meios de comunicações, seja na indústria ou defesa. Nesse sentido, diversas são as tecnologias que corroboram a Era atual, como o IOT (Internet das Coisas), processamento de informações, sistemas automatizados principalmente no que se refere a gerenciamento e controle de dispositivos eletrônicos microcontrolados.

O arduino é um microcontrolador de prototipagem eletrônica, versátil e com possibilidades de emprego nas mais diversas áreas, MCROBERTS, 2015. Criado em 2005, na cidade italiana de Ivrea, é composto de software livre e hardware e tem como finalidade o baixo custo para criação de projeto interativos. É baseado em programação C/C++, sendo hoje usado em diversas empresas e setores no mundo, LAHART, 2009.

Este artigo visa a apresentar um pouco dessa tecnologia envolvendo o Arduino e possibilidades de emprego no Exército Brasileiro, que permitem fornecer dados de controle, análise e relatórios que poderão otimizar diversas informações relevantes. Esses dados são passíveis de utilização tanto

no âmbito administrativo quanto no bélico, além de ser bastante empregado no meio educacional no ensino de programação e eletrônica.

Dentro dessa área específica, a Escola de Comunicações (EsCom) tem abordado esse assunto abordado e realizado pesquisas no curso Avançado de Eletrônica. À semelhança de outras unidades militares, essa Escola conta com servidores para hospedagem do principais ativos de rede.

A ideia principal do Arduino é “faça você mesmo”, originada do inglês DIY (Do it yourself), ou seja, qualquer pessoa pode criar um projeto e adaptar a sua necessidade. Nesse contexto, é possível automatizar e solucionar problemas com a aplicação de arduino no Exército Brasileiro, um exemplo disso é o monitoramento de temperatura.

### 1.1 MONITORAMENTO DE TEMPERATURA EM SALAS DE SERVIDORES DA ESCOM

A Sala de servidores, normalmente, é um local isolado que não está relacionado com o ambiente de trabalho, além de composto de diversos equipamentos eletroeletrônicos sensíveis e de alto valor aquisitivo. Nessas salas estão os servidores responsáveis pelos sistemas usados nas diversas atividades, sejam elas administrativas (Sisbol, SPED, EbNet, Ebmail, etc..) assim como os serviços empregados nas atividades de ensino, como é o caso da EsCom (servidor de arquivos, SGE, etc...). Tal aspecto aumenta de importância o

emprego de alguma ferramenta que permita acompanhar as condições internas de operação a fim de evitar interrupção dos sistemas, altas temperaturas e eventuais incêndios. Ademais, uma sala em condições adequadas de temperatura possibilita o aumento de vida útil dos equipamentos, o que, conseqüentemente, gera também economia de recursos, segundo **ASHRAE** (Sociedade Americana de Engenheiros de Aquecimento) e **ISO/IEC 11.801**.

O objetivo do presente trabalho é projetar um sistema de monitoramento de temperatura que necessite de um pequeno orçamento utilizando o arduino, aplicado na sala de servidores da Escola de Comunicações.

## 2. METODOLOGIA

Primeiramente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre os temas: IoT, Sistemas de gerenciamento de temperatura e Arduino. Em seguida, um experimento de validação, projetando um sistema de monitoramento de temperatura utilizando arduino e aplicando-o dentro da sala de servidores da Escola de Comunicações.

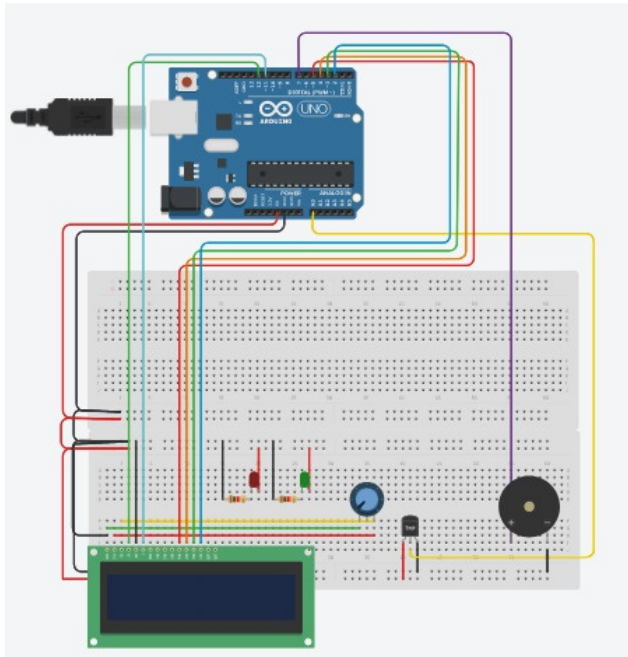
### 2.1 MATERIAIS UTILIZADOS:

- Arduino MEGA 2560;
- Sensor de temperatura LM35;
- Display 16x2;
- Protoboard;
- Resistor 300  $\Omega$  (Ohms);
- Potenciômetro;
- Led Vermelho;
- Led Verde;
- Jumpers;
- Cabo USB para Interface PC;
- Buzzer; e
- Computador.

QTD.	MATERIAIS UTILIZADOS	R\$
01	ARDUINO MEGA	130,00
01	SENSOR DE TEMPERATURA LM35	15,00
02	RESISTORES DE 300 $\Omega$ (OHMS)	0,48
01	POTENCIÔMETRO	7,00
40	JUMPERS	13,90
01	DISPLAY 16X2	30,00
01	PROTOBOARD	5,90
01	LED VERDE	0,50
01	LED VERMELHO	0,50
01	BUZZER	10,00
TOTAL		202,28

O diagrama esquemático de ligação mostra o Arduino utilizando um sensor de temperatura LM35, um display LCD tamanho 16x2 para visualizar as informações obtidas, led verde e vermelho para a indicar status de funcionamento do sistema, um buzzer para emitir sons de alerta, no caso desse projeto, um apito intermitente, resistores, protoboard e jumpers de ligação fazendo a conexão do arduino com os componentes encaixados na protoboard.

**FIGURA 1** - Esquemático de montagem do circuito eletrônico do sistema de gerenciamento de temperatura Arduino.



Fonte: Autores.

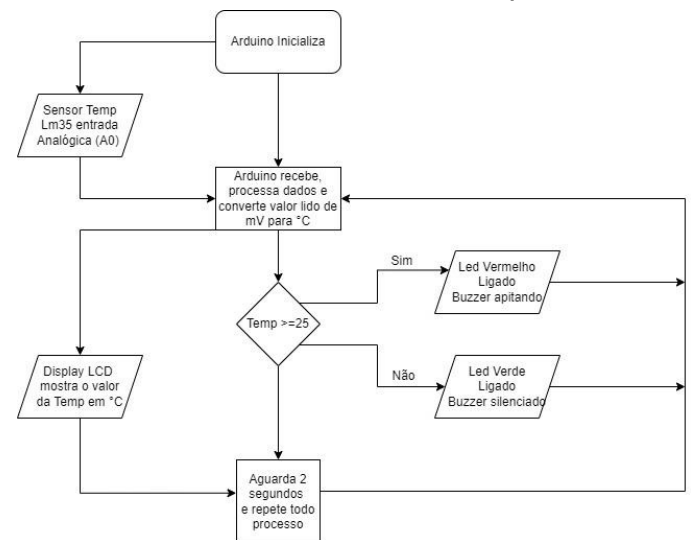
O fluxograma do funcionamento do sistema de monitoramento de temperatura detalhado em etapas, descritas a seguir:

1. O Arduino inicializa ao ser alimentado;
2. O Arduino recebe as informações da porta analógica (A0) com sinais elétricos do sensor de temperatura LM35;
3. Os dados recebidos pelo sensor são convertidos de Analógico para Digital e processados no Arduino;
4. Os valores lidos pelo sensor são convertidos de mV (milivolts) para °C (graus celsius) em seguida o Arduino mostra o valor de temperatura no display LCD 16x2 ;
5. O Arduino armazena o valor da temperatura em graus Celsius da sala em uma variável e verifica se é maior ou igual a 25°C;
6. Se a temperatura da sala de servidor for maior que 25°C, um LED vermelho acende e o buzzer emite um som de alerta constantemente;
7. Se a temperatura da sala de servidor for menor que 25°C, um LED verde acende e o buzzer se mantém em silêncio;
8. Após 2 segundos o Arduino realiza

uma nova leitura da temperatura da sala de servidores, apresenta no display LCD 16x2 e compara se o valor é menor que 25°C, repetindo todo o processo.

A imagem do fluxograma lógico do sistema de monitoramento de temperatura pelo arduino pode ser visto a seguir:

**FIGURA 2** - Fluxograma de Funcionamento do Sistema de Monitoramento de Temperatura.



Fonte: Autores.

## 2.RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de monitoramento de temperatura foi implementado, conforme o esquema já apresentado, foi testado seu funcionamento dentro da sala de servidores da Escola de Comunicações. O resultado pode ser visto abaixo:

**FIGURA 3** - Arduino montado na sala dos servidores da Escom.

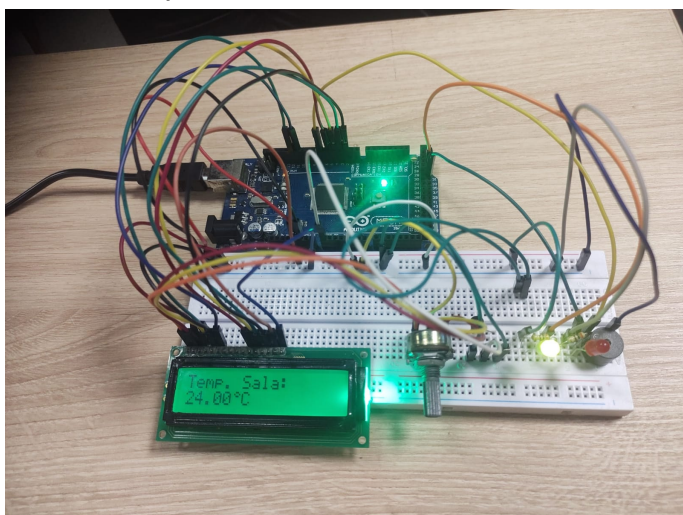


Fonte: Autores.



Colocamos uma temperatura próxima aos 25°C graus Celsius, porém um pouco abaixo, no aparelho condicionador de ar. O experimento funcionou como previsto, no display LCD 16x2 apareceu a temperatura obtida pelo sensor LM35 de 24°C, o Led verde se manteve aceso e nenhum som foi dado pelo buzzer que se manteve em silêncio.

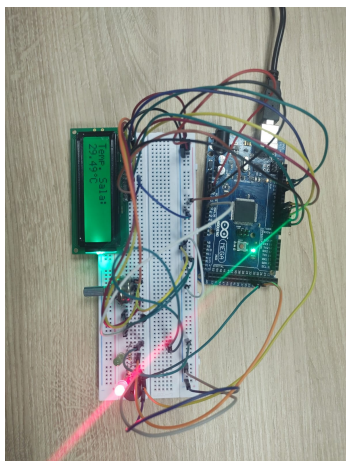
**FIGURA 4** - Arduino obtendo temperatura menor do que 25°C, Led Verde aceso .



Fonte: Autores.

Na segunda parte do experimento o aparelho condicionador de ar foi desligado, a sala por ser pequena, rapidamente esquentou com o calor gerado pelos servidores. Como resultado podemos ver a temperatura obtida pelo sensor LM35 de 29° C, no display LCD, o led vermelho aceso e como consequência o buzzer estava emitindo o som de alerta constante.

**FIGURA 5** - Arduino obtendo temperatura maior do que 25°C, Led Vermelho aceso .



Fonte: Autores.

### 3. CONCLUSÕES

Este trabalho demonstrou, utilizando um experimento, a possibilidade de um sistema de monitoramento de temperatura com arduino, servindo como aplicação para solução de problemas dentro do Exército Brasileiro.

Esse sistema de automação pode servir de apoio para controle de temperatura em sala de servidores. Além disso, ele possibilita intervenção rápida, em caso de qualquer alteração possível de danificar equipamentos nela instalados, ou que possa diminuir a vida útil daqueles equipamentos.

Outras possibilidades de melhorias futuras neste projeto seriam a implementação de um módulo de Wi-fi, o que possibilitaria a capacidade de armazenar informações em um banco de dados, o monitoramento remoto, assim como enviar mensagens de alertas via e-mail ou SMS para o celular em caso de alteração da temperatura prevista na sala dos servidores.

### 4. REFERÊNCIAS

MCROBERTS, Michael. Arduino Básico. 2 ed. São Paulo: Novatec Editora Ltda, ©2015. 506 p.

ATZORI, Luigi; IERA, Antonio; MORABITO, Giacomo. The Internet of Things: A survey. [S.I.]: Computer Networks, 2010. 2805 p.

FONSECA, Erika Guimarães Pereira da; BEPPU, Fonseca Mathyan Motta. Apostila Arduino. 2010. 23 p. Material Apresentado ao Programa de Educação Tutorial do Curso de Engenharia de Telecomunicações da Escola de Engenharia do Centro Tecnológico da Universidade Federal Fluminense.

<https://www.filipeflop.com/blog/monitorando-temperatura-e-umidade-com-o-sensor-dht11/>, Acesso em: 03 de outubro de 2022

MONK, Simon. Programação Com Arduino: Começando com Sketches. Porto Alegre, Brasil: Bookman, 2017.



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 14565; cabeamento estruturado para edifícios comerciais e data center. 4.ed. Rio de Janeiro; ABNT, 2013.

<https://www.wsj.com/articles/SB10001424052748703499404574559960271468066> , artigo WSJ escrito por LAHART JUSTIN, acessado em: 03 de Outubro de 2022.

<https://www.ashraebrasil.org/>, Acesso em: 03 de Outubro de 2022.

<https://www.iso.org/standard/66182.html>  
Acesso em: 03 de Outubro de 2022.

### CÓDIGO UTILIZADO NO ARDUÍNO:

```
#include <LiquidCrystal.h> //Biblioteca para controle
```

```
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2); //função do lcd e informa as portas
```

```
int tempPadrao = 27;
const int Buzzer = 7; // entrada buzzer: 7 - digital
byte a[8]=
{B00110,B01001,B00110,B00000,B00000,B00000,B00000,B00000,}; //Array que desenha o simbolo de grau
```

```
void setup() //chamo função de config
{
  Serial.begin (9600);

  lcd.begin(16, 2); //inf. do uso de um display 16x2
  lcd.setCursor(0,0); //onde inicia o texto
  lcd.print("Temp. Sala:"); // Texto que aparece no display
```

```
//Atribui a "1" o valor do array "A", que desenha o simbolo de grau
  lcd.createChar(2,a); //Coloca o cursor na coluna 7, linha 1
```

```
  lcd.setCursor(5,1); //Escreve o simbolo de grau
  lcd.write(2);
  lcd.setCursor(6,1); //Escreve o simbolo de grau
  lcd.print("C"); // Texto que aparece no display
  pinMode(Buzzer, OUTPUT);
  pinMode(31, OUTPUT);
  pinMode(33, OUTPUT);
}
```

```
void loop() //chamo a função de repetição
{
  float temp = analogRead(A0) * 0.4;
  lcd.setCursor(0,1); //coloca a informação na 2ª linha
  lcd.print(temp); // Escrever a temperatura
```

```
  delay(100);

  if(temp > tempPadrao) // temperatura como 20°C
  {
    {
      digitalWrite(Buzzer, HIGH); //aciona o buzzer
      delay(1000);
      digitalWrite(Buzzer, LOW); //aciona o buzzer
      delay(500);
    }

    digitalWrite(33, HIGH); //aciona o led vermelho

    digitalWrite(31, LOW); //apaga o led verde
  }
  else
  {
    digitalWrite(Buzzer, LOW);
    digitalWrite(31, HIGH); //aciona o led verde
    digitalWrite(33, LOW); //apaga o led vermelho
  }
  delay(500);
}
```