



## **Universidade Federal do Amazonas - UFAM**

Instituto de Computação - ICOMP

Aline Ramos Lima ([aline.lima@icomp.ufam.edu.br](mailto:aline.lima@icomp.ufam.edu.br)) , João Victor Nogueira de Souza  
([joao.souza@icomp.ufam.edu.br](mailto:joao.souza@icomp.ufam.edu.br)) , Thiago Vitor Gomes Pereira([thiago.pereira@icomp.ufam.edu.br](mailto:thiago.pereira@icomp.ufam.edu.br))

### **Relatório de Atividade Prática - Sensor NTC**

**10K MF58**

Atividade desenvolvida no âmbito da disciplina: Tópicos Especiais em Programação VI ministrada no semestre 2024/2 pelo docente Edjair Mota.

Manaus

2024

## Sumário

<b>1. Introdução.....</b>	<b>3</b>
<b>2. Materiais e Métodos.....</b>	<b>4</b>
2.1. Equipamentos, ferramentas e Softwares Utilizados.....	4
2.2. Detalhes sobre configurações de ambiente.....	4
2.2.1. Baixando Arduino IDE.....	4
2.2.2. Download e Utilização do CoolTerm.....	4
2.2.3. Sensor NTC 10K MF58.....	5
2.3. Descrição de procedimentos, passo a passo da atividade.....	5
2.3.1. Montagem do Circuito.....	5
2.3.2. Upload do Sketch para o Arduino.....	6
2.3.3. Preparar o corpo hídrico controlado para realização do experimento.....	7
2.3.4. Registro dos valores de temperatura usando CoolTerm.....	7
<b>3. Resultados.....</b>	<b>10</b>
3.1. Arquivo de Coleta dos Dados.....	10
3.2. Gráfico da Coleta dos Dados.....	11
3.2.1. Pré-processamento dos dados:.....	11
3.2.2. Plotagem do gráfico de coleta:.....	11
<b>4. Discussão.....</b>	<b>12</b>
4.1. Análise da precisão na captura das variações de temperatura.....	12
4.2. Problemas encontrados.....	12
<b>5. Conclusão.....</b>	<b>13</b>
<b>6. Referências.....</b>	<b>14</b>
<b>7. Apêndices.....</b>	<b>15</b>

## 1. Introdução

O NTC 10K MF58 é um termistor do tipo NTC (Negative Temperature Coefficient), um sensor de temperatura cujo princípio de funcionamento baseia-se na variação de sua resistência elétrica em função da temperatura. Ao contrário dos resistores de coeficiente positivo, no NTC a resistência diminui conforme a temperatura aumenta, permitindo medições precisas em uma ampla faixa de temperaturas.

Durante o presente relatório iremos descrever nossa experiência durante atividade prática utilizando o NTC 10K MF58, nosso intuito é aferir e monitorar a variação da temperatura induzida em um corpo hídrico controlado durante aproximadamente 20 minutos. Inicialmente, iremos utilizar o sensor para aferir o corpo em temperatura ambiente, posteriormente iremos diminuir a temperatura do mesmo adicionando gelo. Por fim, vamos elevar a temperatura do corpo adicionando água quente.

Para a coleta dos dados iremos utilizar o CoolTerm que é um software utilizado para comunicação serial entre dispositivos via portas seriais. Ele permite que os usuários estabeleçam conexões com dispositivos como microcontroladores, módulos Bluetooth, GPS, e outros equipamentos que utilizam comunicação serial (RS-232), facilitando o envio e recebimento de dados. Em nosso contexto, vamos utilizá-lo para compilar as leituras em único arquivo .txt para assim seguirmos com a análise dos dados.

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1. Equipamentos, ferramentas e Softwares Utilizados

Para este experimento utilizamos os seguintes equipamentos:

- Um Arduino UNO;
- Um cabo de alimentação para o Arduino;
- Um Sensor NTC 10K MF58;
- Uma Protoboard;
- Um resistor de 10 K $\Omega$ ;
- 4 Jumpers;
- Um recipiente para simular um corpo hídrico de forma controlada;
- Gelo e água quente, para provocar variação de temperatura;
- Um notebook com uma entrada USB disponível;
- Ambiente de desenvolvimento, Arduino IDE;
- Software para captura dos dados [CoolTerm](#).
- Google Sheets para gerarmos o gráfico dos dados coletados.
- Google Collaboratory para tratar os dados coletados.

### 2.2. Detalhes sobre configurações de ambiente

#### 2.2.1. Baixando Arduino IDE

O primeiro passo para a nossa atividade será garantir que o computador a ser utilizado tenha a Arduino IDE instalada. Se você ainda não tem a IDE do Arduino instalada em seu computador, o primeiro passo é baixá-la do site oficial do Arduino. Basta acessar o site e escolher a opção de download que melhor se adequa com seu sistema operacional, seguindo o link: [Arduino IDE](#).

#### 2.2.2. Download e Utilização do CoolTerm

CoolTerm é uma ferramenta de comunicação por porta serial que pode ser utilizada para trocar dados com um dispositivo conectado a alguma das portas seriais conectadas ao computador. Iremos utilizar uma funcionalidade que permite a exportação dos dados do monitor serial para um arquivo .txt.

Para realizar o download basta clicar no link [CoolTerm](#). Após o download basta extrair os arquivos da pasta compactada e abrir o arquivo CoolTerm.exe

### 2.2.3. Sensor NTC 10K MF58

O Sensor de Temperatura NTC 10K Encapsulado MF58 é um dispositivo projetado para medir a temperatura ambiente com precisão. Ele possui um encapsulamento de aço inoxidável e é à prova d'água. Sua faixa de medição vai de -20 a 105 °C.

O funcionamento de um termistor NTC (Negative Temperature Coefficient) como o NTC 10K MF58 baseia-se na variação da resistência elétrica de acordo com a temperatura. Esse tipo de sensor é construído a partir de materiais semicondutores, que exibem uma diminuição da resistência elétrica conforme a temperatura aumenta, devido à maior disponibilidade de portadores de carga no material. A relação entre a resistência e a temperatura é exponencial e não linear, o que torna o NTC altamente sensível a pequenas mudanças de temperatura.

O NTC 10K MF58 tem uma resistência de **10kΩ** a **25°C**, que é a temperatura de referência. A resistência diminui à medida que a temperatura aumenta.

A relação entre resistência (R) e temperatura (T) pode ser descrita pela equação de Steinhart-Hart. Estas equações descrevem a dependência não linear da resistência em função da temperatura:

$$T1 = A + B \cdot \ln(R) + C \cdot (\ln(R))^3$$

- T - Temperatura em Kelvins;
- R - Resistência em Ohms;
- A, B e C - Constantes do Termistor;

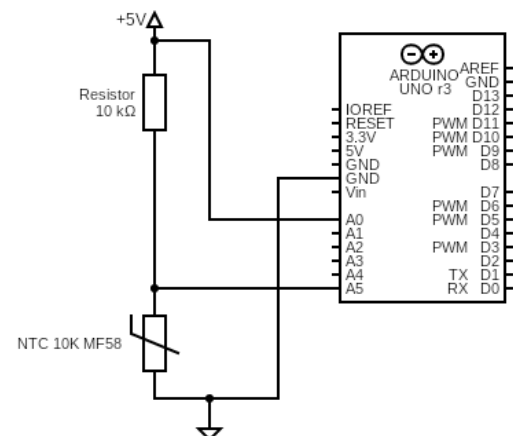
## 2.3. Descrição de procedimentos, passo a passo da atividade

### 2.3.1. Montagem do Circuito

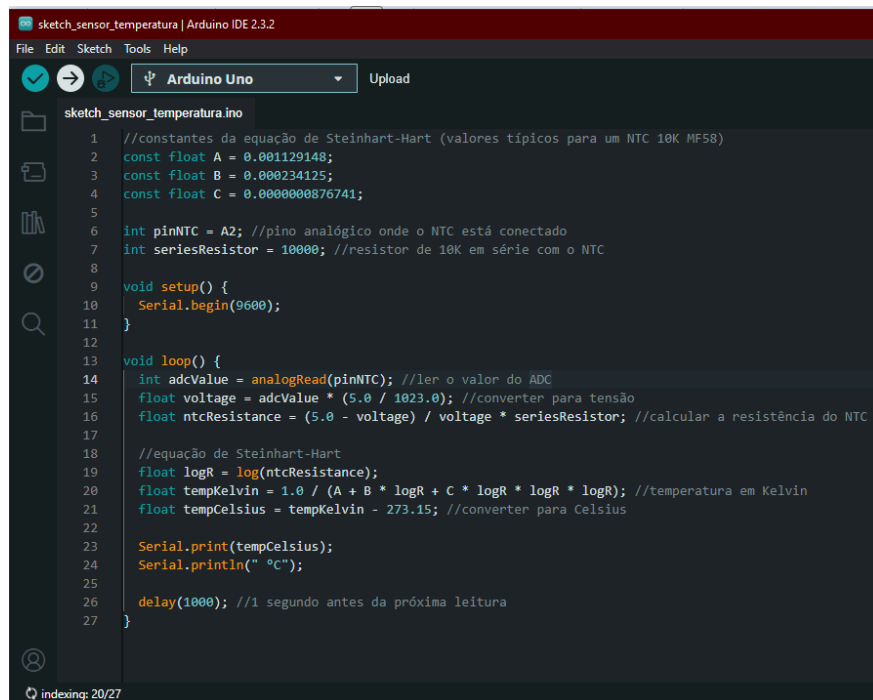
Materiais:

1. Um Arduino UNO;
2. Um cabo de alimentação para o Arduino;

- 



## 6



```
1 //constantes da equação de Steinhart-Hart (valores típicos para um NTC 10K MF58)
2 const float A = 0.001129148;
3 const float B = 0.000234125;
4 const float C = 0.000000876741;
5
6 int pinNTC = A2; //pino analógico onde o NTC está conectado
7 int seriesResistor = 10000; //resistor de 10K em série com o NTC
8
9 void setup() {
10   Serial.begin(9600);
11 }
12
13 void loop() {
14   int adcValue = analogRead(pinNTC); //ler o valor do ADC
15   float voltage = adcValue * (5.0 / 1023.0); //converter para tensão
16   float ntcResistance = (5.0 - voltage) / voltage * seriesResistor; //calcular a resistência do NTC
17
18   //equação de Steinhart-Hart
19   float logR = log(ntcResistance);
20   float tempKelvin = 1.0 / (A + B * logR + C * logR * logR * logR); //temperatura em Kelvin
21   float tempCelsius = tempKelvin - 273.15; //converter para Celsius
22
23   Serial.print(tempCelsius);
24   Serial.println(" °C");
25
26   delay(1000); //1 segundo antes da próxima leitura
27 }
```

Se ocorrer tudo certo com o upload os leds de RX/TX da placa do Arduino vão piscar alternadamente.

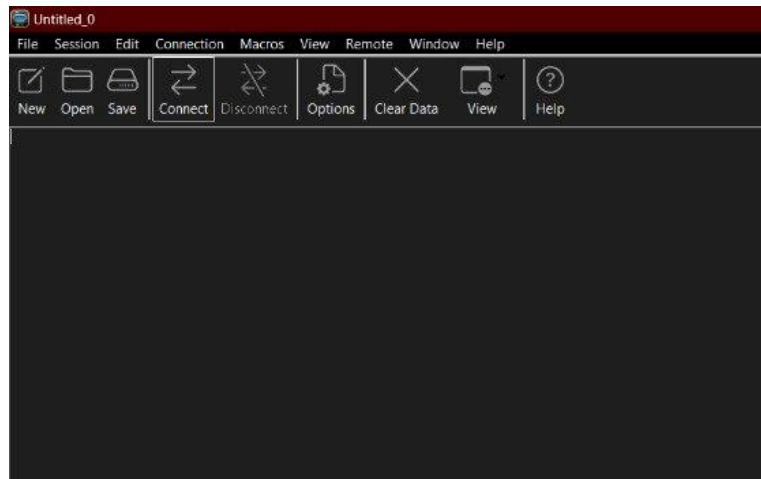
### 2.3.3. Preparar o corpo hídrico controlado para realização do experimento

- Pegar o recipiente citado na lista de materiais, colocar água em temperatura ambiente;
- Submergir o sensor na água;

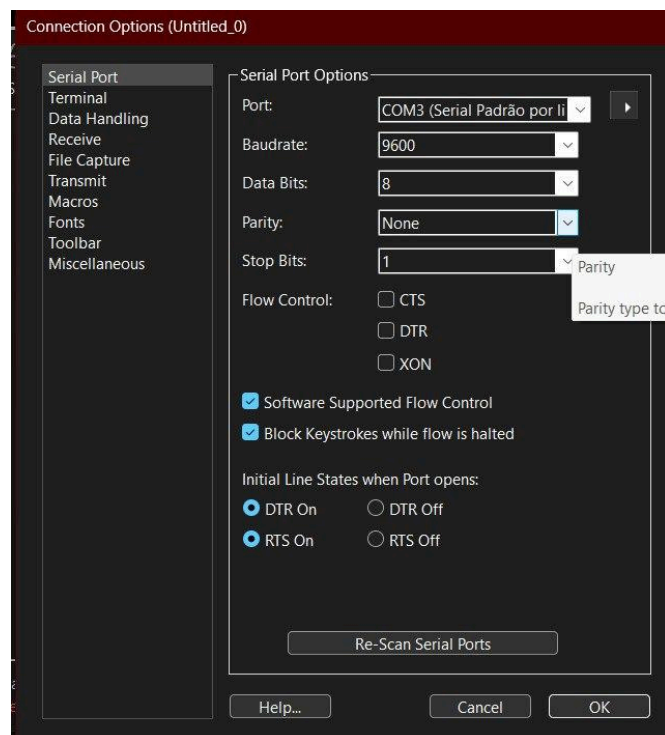
Para a realização desse experimento de forma a ocorrer a variação da temperatura da água durante a leitura dos dados, inserimos gelo e água quente no recipiente, com intervalo de aproximadamente 4 minutos entre cada inserção.

### 2.3.4. Registro dos valores de temperatura usando CoolTerm

Após realizar o upload do sketch, abra o CoolTerm. Essa será a tela inicial:

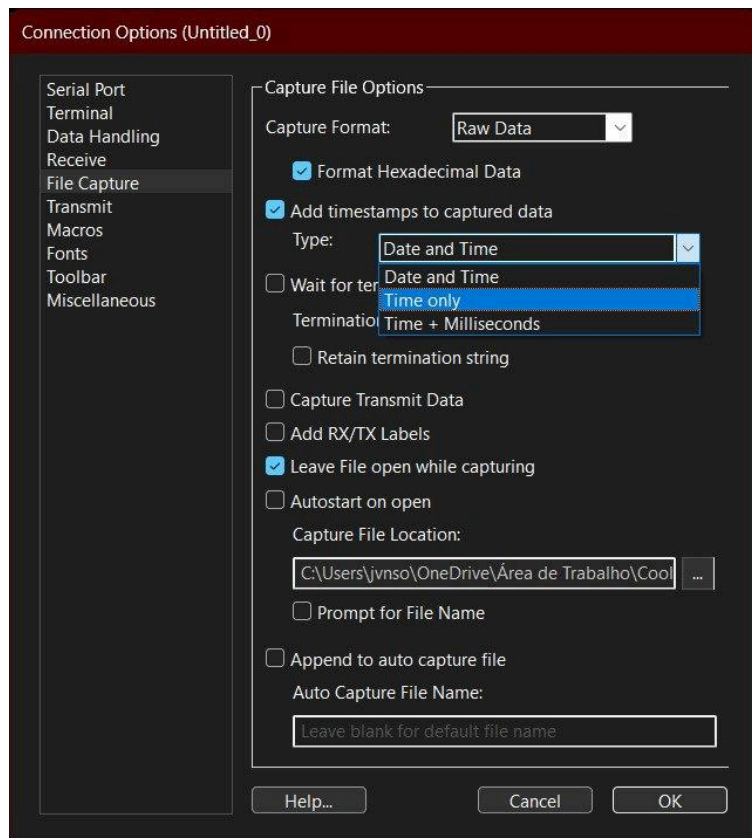


Precisamos configurar a leitura da porta USB escolhendo a mesma porta COM que foi escolhida anteriormente na Arduino IDE e configurando o mesmo Baud Rate estabelecido no código do sensor. Clicando no botão “Options” localizado no menu da tela inicial, após clicar no botão aparecerá o seguinte menu onde será possível realizar as configurações:

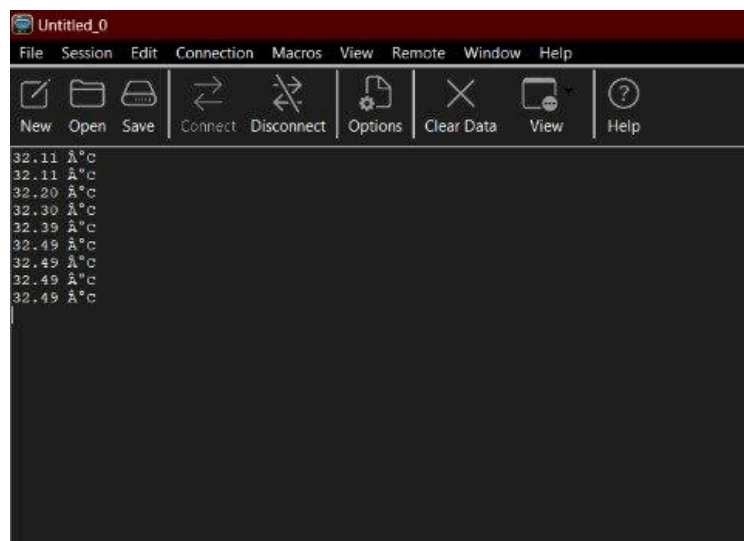


Agora iremos configurar a “File Capture” que corresponde ao formato a ser utilizado durante a escrita dos dados. Adicionamos o timestamp e escolhemos o tipo “Time Only” pois já que nossa coleta duraria apenas alguns minutos esse é o tipo mais indicado para plotarmos o gráfico baseado no tempo, desta forma:

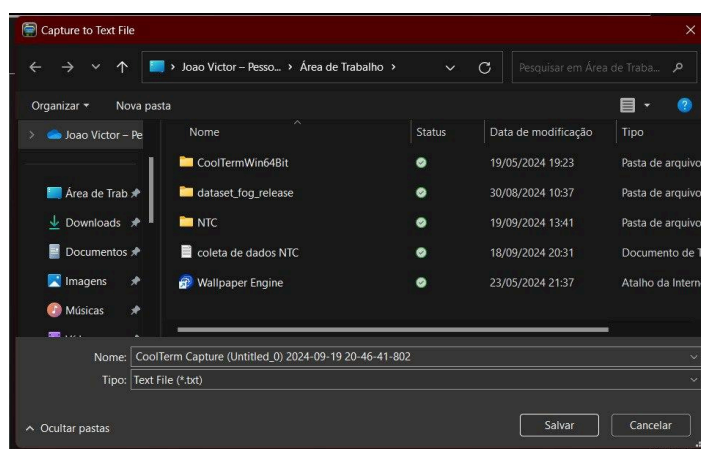
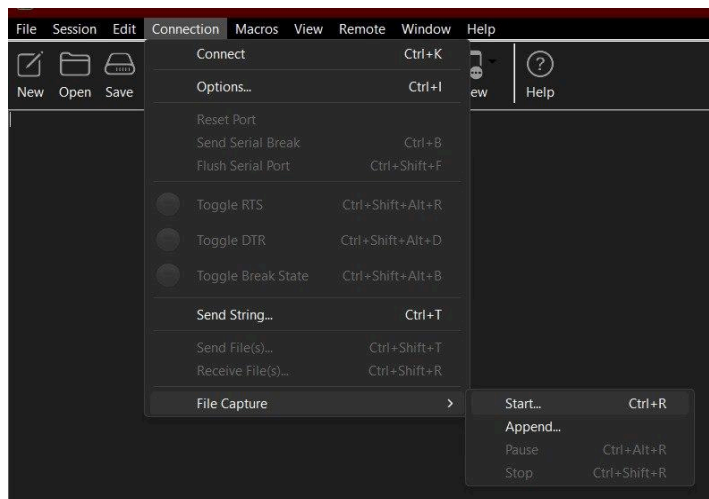




Feito isso, basta voltar ao menu principal e clicar em “Connect” para o Coolterm começar a fazer a leitura serial da porta USB, a leitura dos dados será exibida na tela do próprio aplicativo:



Após isso, vamos começar a realizar a coleta dos dados, através da leitura dos valores exibidos no monitor serial do Coolterm e salvamento em um arquivo. Basta, no menu superior clicar em “Connection”, “File capture”, “Start” e escolher o nome e local para salvar o arquivo:



Quando finalizada a coleta, basta seguir o mesmo caminho anterior e dessa vez clicar em “Stop”.

### 3. Resultados

#### 3.1. Arquivo de Coleta dos Dados

Após ser finalizada a captura dos dados usando o Coolterm, vai ser gerado um arquivo de texto contendo os dados salvos durante a coleta, um trecho do arquivo que nós obtivemos:

```
20:09:01      32.11 °C
20:09:02      32.11 °C
20:09:03      32.11 °C
20:09:04      32.01 °C
20:09:05      32.11 °C
```

Como o nosso intuito é construir um gráfico da coleta dos dados, subimos o arquivo .txt gerado para a plataforma Google Sheets, para assim conseguirmos visualizar os dados em forma de planilha(formato .xlsx) e assim gerar o gráfico.

### 3.2. Gráfico da Coleta dos Dados

Com dados coletados, vamos realizar o pré-processamento dos dados que consiste em limpar e consolidar os dados brutos antes de serem utilizados.

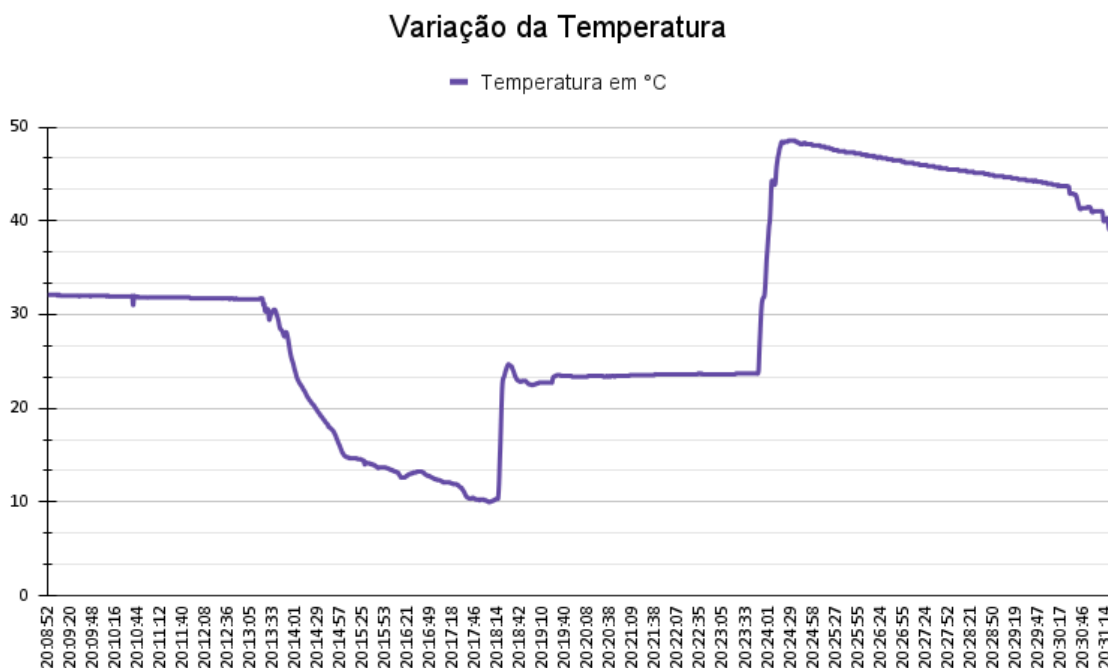
#### 3.2.1. Pré-processamento dos dados:

Nessa etapa utilizamos um [script em Python](#) para realizar a limpeza dos dados que basicamente consistiu em remover linhas em branco ou linhas que não tinham informações de temperatura registradas - cenários ocasionados por limitações do software que utilizamos para registro dos dados.

O script trabalha da seguinte forma: realiza a leitura do arquivo .xlsx que contém os dados a serem tratados, realiza o tratamento dos dados e gera um novo arquivo .xlsx

#### 3.2.2. Plotagem do gráfico de coleta:

Para realizar a plotagem do gráfico utilizamos o [arquivo gerado pelo script](#). Como resultado, obtemos o seguinte gráfico, onde podemos observar a variação da temperatura no decorrer do experimento:



## 4. Discussão

### 4.1. Análise da precisão na captura das variações de temperatura

Na realização deste experimento, foi possível observar o comportamento do sensor NTC 10K MF58 em diferentes condições térmicas. As leituras mostraram uma resposta rápida e precisa às variações de temperatura uma vez que foi possível perceber que no instante que alteramos a temperatura da água observamos variações de leitura no sensor, corroborando com a expectativa teórica do funcionamento do termistor NTC, onde a resistência diminui conforme a temperatura aumenta.

A coleta de dados via CoolTerm facilitou a visualização e o registro das mudanças de temperatura ao longo do tempo, apesar de algumas dificuldades impostas pela própria ferramenta.

A variação da temperatura, induzida pela adição de gelo e água quente, demonstrou que o sensor é capaz de captar pequenas mudanças térmicas, o que é crucial em aplicações que exigem medições precisas. O pré-processamento dos dados foi essencial para garantir a qualidade da análise, pois a remoção de entradas inválidas permitiu que o gráfico resultante refletisse com precisão as flutuações de temperatura.

### 4.2. Problemas encontrados

Algumas limitações foram identificadas no sistema de coleta de dados. Pudemos identificar que apesar de muito útil o CoolTerm acaba tendo alguns erros durante o registro de dados das leituras feitas pelo sensor. Como exemplificado nas imagens abaixo.

Hora	Temperatura
20:08:52	32,11
20:08:53	32,11
20:08:53	
20:16:54	12,43
20:16:55	12,43
20:16:56	12,4
20:16:57	3

É possível observar que ocorrem registros em branco e registros que são quebrados durante sua escrita, como na segunda imagem onde a leitura de 12,43 °C foi particionada em dois registros, o primeiro de 12,4 e o segundo de 3. Esse tipo de registro pode dificultar a análise dos dados posteriormente, o que faz com que tenhamos uma atenção maior ao registro dos dados.

Por isso iremos estudar melhor a ferramenta e se preciso analisaremos a utilização de outra ferramenta com melhor desempenho.

## **5. Conclusão**

O experimento realizado com o sensor NTC 10K MF58 revelou a eficácia deste dispositivo na medição de temperatura. Durante a atividade prática, conseguimos monitorar com precisão as variações térmicas provocadas pela adição de gelo e água quente no corpo hídrico que foi nosso objeto de estudo, confirmando a relação esperada entre resistência e temperatura do sensor. A coleta de dados por meio do software CoolTerm, apesar de algumas limitações, proporcionou uma visão clara das mudanças nas leituras.

O pré-processamento dos dados foi crucial para a qualidade da análise, permitindo a exclusão de entradas inválidas e resultando em um gráfico que ilustra de forma eficaz as variações de temperatura. Embora tenham sido identificados problemas relacionados a registros quebrados e em branco, essas dificuldades não impediram a validação da precisão do sensor em captar alterações térmicas.

Em suma, este estudo não apenas confirmou as propriedades do sensor NTC, mas também destacou a importância de uma coleta de dados metódica e do tratamento adequado das informações para garantir resultados confiáveis. A experiência adquirida poderá ser aplicada em futuras atividades.

## 6. Referências

1. ELETROGATE, “Sensor de Temperatura NTC 10K Encapsulado MF58”, Disponível em: <https://www.eletrogate.com/sensor-de-temperatura-ntc-10k-encapsulado-mf58>
2. Ferramenta: CIRCUIT DIAGRAM, disponível em: <https://www.circuit-diagram.org/>
3. Ferramenta: CoolTerm, disponível em: <https://coolterm.en.lo4d.com/windows>
4. Wikipedia, “Steinhart–Hart equation”, Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/Steinhart%E2%80%93Hart\\_equation](https://en.wikipedia.org/wiki/Steinhart%E2%80%93Hart_equation)
5. MaterWalker, “Sensor de Temperatura NTC 10K 3950 Prova D’água do Tipo Sonda” - Por Euler Oliveira, disponível em: <https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/como-usar-com-arduino-sensor-de-temperatura-ntc-10k-3950-prova-dagua-do-tipo-sonda>

## 7. Apêndices

Todo o material utilizado para nosso experimento, assim como resultados e arquivos gerados estão disponíveis no [repositório do GitHub](#).