INSPER – INSTITUTO DE ENSINO E PESQUISA

INSTRUMENTAÇÃO E MEDIÇÃO

PROF. CARLOS EDUARDO DE BRITO NOVAES

TURMA A - TURNO INTEGRAL

CALIBRAÇÃO DE UM TERMÔMETRO de líquido em vidro (tlv)

wILLIAM AUGUSTO REIS DA SILVA

MARCELO CESÁRIO MIGUEL

**SUMÁRIO**

SÃO PAULO-SP, FEVEREIRO DE 2019

**1 INTRODUÇÃO/OBJETIVOS.......................................... 3**

**2 MATERIAIS UTILIZADOS.............................................. 3**

**3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS........................ 4**

**4 RESULTADOS E DISCUSSÕES....................................... 6**

**5 CONCLUSÕES................................................................... 7**

**1 INTRODUÇÃO/OBJETIVOS**

O experimento realizado no laboratório consiste e tem por objetivo analisar as temperaturas reais de fornos de calibração, medidas por um aparelho digital com uma termorresistência, e comparar com os resultados obtidos numa mensuração térmica, junto com uma série de determinações de temperatura por um TLV seguidas de anotações, a fim de definir a calibração desse termômetro utilizando o Excel e o auxílio do MMQ (Método dos Mínimos Quadrados), para assim encontrar uma equação que melhor ajusta a curva de calibração do equipamento e também identificar a temperatura calibrada do ambiente onde foi realizado a experimentação.

**2 MATERIAIS UTILIZADOS**

Os materiais que foram utilizados no experimento consiste em:

2.1 UM TERMÔMETRO DE LÍQUIDO EM VIDRO

Utilizado como equipamento a ser calibrado, o termômetro, a exemplo do mostrado na Figura 1, é um dispositivo que depende da dilatação do líquido interno ao ser exposto a uma certa temperatura, indicando-a ao sofrer a expansão. O número de série do TLV utilizado é 53169/15.

Figura 1 – Termômetro de Líquido em Vidro

2.2 UM BALDE COM GELO FUNDENTE

Sendo utilizado como padrão primário de temperatura (0ºC), o balde serviu de apoio para as medições e como parâmetro para as determinações abordadas posteriormente. Ademais, havia um termômetro imerso no gelo fundente para ver se realmente era 0°C.

2.3 CINCO FORNOS DE CALIBRAÇÃO

Usados como padrões secundários, possuíam suas temperaturas postas no próprio forno. No entanto, tais valores não eram confiáveis, sendo assim, foi instalado em cada forno um medidor digital com uma termorresistência, sendo as apontadas por este os valores comparados.

**3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS**

Os procedimentos experimentais serão divididos em alguns tópicos com o intuito de uma melhor organização dos métodos utilizados para a obtenção de resultados e os acontecimentos ocorridos no decorrer da experimentação.

3.1 TEMPO DE MANTIMENTO DO TERMÔMETRO NOS FORNOS

Inicialmente, para analisar a temperatura no termômetro, foi utilizado 1min, no entanto, por uma tentativa aleatória, deixou-se 3min e notou-se que a temperatura medida foi muito diferente com o tempo, mas a partir desse tempo a medição não se alterava de forma considerável. Portanto, a partir dessa medição, voltou-se todas as mensurações utilizando o método de 3min do TLV nos fornos.

3.2 AS TEMPERATURAS APONTADAS NO EQUIPAMENTO E AS MOSTRADAS PELO TLV

No início do experimento, a dupla utilizou outro termômetro, este que, por conta de um procedimento realizado indevidamente, foi descartado, já que ocorreu um choque térmico no vidro e acabou quebrando o equipamento, apontando a importância da sequência das medidas de temperatura. Por conta disso, os dados obtidos pelo gráfico somente contém os dados do experimento em que o termômetro se manteve intacto, no qual utilizamos a estratégia correta.

Tabela 1 – Medidas apontadas pelo termômetro intacto

|  |  |
| --- | --- |
| **TEMPERATURA REAL [°C]** | **TEMPERATURA NO TERMÔMETRO [°C]** |
| -2,8 | -0,4 |
| 0 | 0,1 |
| 16,3 | 15,8 |
| 32 | 30 |
| 46 | 45 |
| 65,8 | 62,3 |
| 80 | 78 |
|  |  |

3.3 CALIBRAÇÃO E CÁLCULO DA EQUAÇÃO DE CALIBRAÇÃO DO TERMÔMETRO

3.3.1 CÁCULO PELO EXCEL

Utilizando os dados anteriores no Excel e gerando um gráfico de dispersão com os dados, seleciona-se a opção de linha de dispersão para ter uma linha de calibração, e como é apontado, a equação é polinomial de grau 1, do tipo , sendo os coeficientes a = 0,9517 e b = y = 0,7102.

Gráfico 1 – EXCEL: TEMP. MEDIDA X TEMP. REAL

3.3.2 CÁLCULO POR MMQ

Para confirmar a equação da linha de tendência, o grupo utilizou o Método dos Mínimos Quadrados (MMQ). Utilizando as fórmulas abordadas pela temática, obteve-se a função . Isto é, diante dessa tentativa, obteve-se um valor totalmente parecido, diferenciando-se apenas no 4° termo após a vírgula, demonstrando que a estratégia foi eficiente e resultou no que era esperado.

**4 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Os resultados obtidos fizeram com que os objetivos almejados no início do experimento fossem conquistados, e conseguiu-se calcular a equação de calibração do termômetro com o número de série 53169/15, sendo ela , alterando um pouco apenas no MMQ, no entanto sem atrapalhar completamente o que seria, já que mudou-se apenas a quarta casa decimal após a vírgula.

Ademais, após a experimentação, obteve-se o gráfico de dispersão no Excel (Gráfico 1) e o que será abordado abaixo como forma de comparação dos dados.

Gráfico 2 – Relação entre as temperaturas

Diante disso, pode-se observar de uma maneira divergente os mesmos dados obtidos anteriormente.

Além de tudo, foi obtida a temperatura do ambiente do laboratório após a calibração. Antes de calibrar, era de 23ºC; após, com a função pelo MMQ, a temperatura seria de 23,4°C.

**5 CONCLUSÕES**

Após a finalização e a análise experimental, conclui-se que o MMQ se torna muito relevante para uma calibração, equivalendo ao que se mostra no Excel, demonstrando que o experimento foi relevante e com os resultados obtidos, isto é, resolveu-se o que foi proposto e conseguiu-se, com êxito, calcular a temperatura do ambiente do laboratório e concluir o experimento.