

RELATÓRIO II - RADIAÇÃO TÉRMICA

PETRUS KIRSTEIN

10785652

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A RADIAÇÃO TÉRMICA DE UM CORPO É A RADIAÇÃO EMITIDA DEVIDO A TEMPERATURA DO MESMO. ELA ESTÁ NA FAIXA ESPECTRAL DO INFRAVermelho E SUA DISTRIBUIÇÃO DE RADIAÇÃO É DADA PELA IRRADIÂNCIA ESPECTRAL, QUE É A ENERGIA EMITIDA POR TEMPO.

A CORRELAÇÃO ENTRE A RADIAÇÃO R EMITIDA POR UM CORPO EM UMA TEMPERATURA T É

$$R = \sigma T^4 \quad (1)$$

ONDE $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{T}^4$ É A CONSTANTE DE STEFAN-BOLTZMANN:

OS OBJETIVOS DO PRESENTE EXPERIMENTO É ESTUDAR E AVALIAR OS PROCESSOS DE EMISSÃO DE RADIAÇÃO DE CORPOS AQUECIDOS.

METODOLOGIA

↳ COMO A INCERTEZA ASSOCIADA AO SENSOR DE RADIAÇÃO É $0,1 \text{ mV}$ (VENDO), PODE-SE ESTIMAR A INCERTEZA AVALIADA DA IRRADIÂNCIA COMO SENDO

$$\sigma_{IR} = \sqrt{\left(\frac{0,1}{V}\right)^2 + \left(\frac{3,7}{18,9}\right)^2 + \left(\frac{0,001}{0,004}\right)^2} \cdot IR$$

LEI DE STEFAN-BOLTZMANN

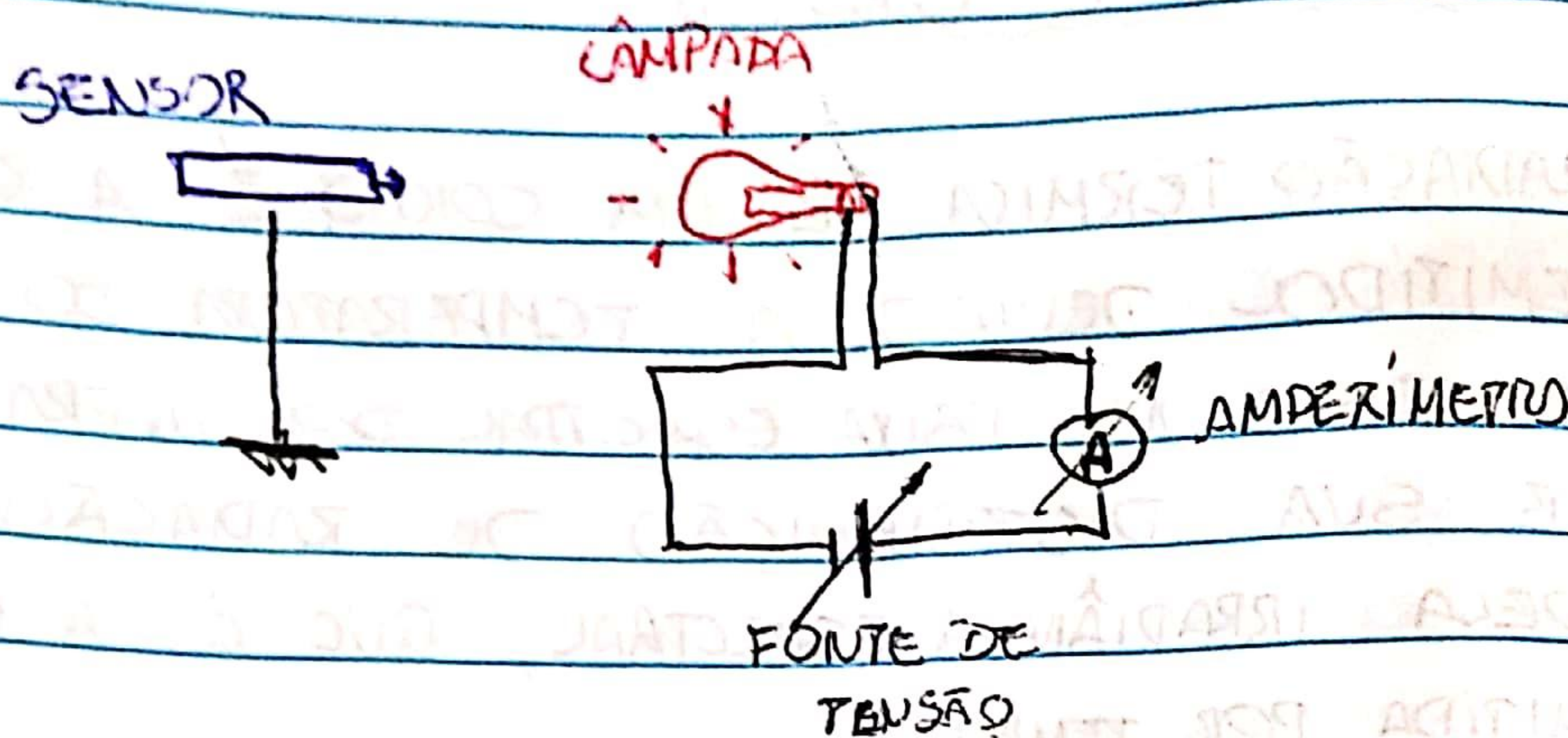


FIGURA 1: ESQUEMATIZAÇÃO DO EXPERIMENTO REALIZADO PARA AFERIR A LEI DE STEFAN-BOLTZMANN.

AO VARIAR A TENSÃO DA FONTE, OBTÍVAM-SE UMA VARIÇÃO DE CORRENTE NA LÂMPADA. ESSA DIFERENÇA DE CORRENTE PRODUZIA DIFERENTES RESISTÊNCIAS E, COM ISSO, DIFERENTES TEMPERATURAS E INTENSIDADES DE LUZ.

DESSE MODO, FOI POSSÍVEL VARIAR A RESISTÊNCIA E REACIONAR A TEMPERATURA COM A IRRADIÂNCIA A FIM DE VERIFICAR A EQUAÇÃO (1).

LEI DO INVERSO DO QUADRADO

DA DISTÂNCIA

UTILIZANDO A LÂMPADA EM UMA TENSÃO CONSTANTE DE 10V , FOI VARIADA A DISTÂNCIA DO SENSOR E DA LÂMPADA A FIM DE VERIFICAR A LEI DO QUADRADO DA DISTÂNCIA.

AVALIAÇÃO AVALIATIVA DA RADIAÇÃO TÉRMICA

FOI UTILIZADO UM CUBO COM UMA LÂMPADA DENTRO. TAL CUBO POSSUÍA QUATRO FACES DISTINTAS: BRANCA, PRETA, LISA E RUGOSA. FOI VARIADA A POTÊNCIA DA LÂMPADA A FIM DE RELACIONAR SUA TEMPERATURA COM A TENSÃO DETECTADA PELO SENSOR PARA AS QUATRO FACES.

IRRADIAÇÃO DE UMA FONTE NÃO PUNTUAL

COM A LÂMPADA EM SUA POTÊNCIA MÁXIMA, FOI VARIADA SUA DISTÂNCIA DE $0,5$ EM $0,5$ CM EM SEGUÍDA, FOI VARIADA DE 1 EM $\frac{1}{2}$ CM ATÉ QUE IRRADIÂNCIA DETECTADA FOSSE NULA.

LEI DE STEFAN-BOLTZMANN PARA BAIXAS TEMPERATURAS

COM A LÂMPADA DESLIGADA, FOI VERIFICADA A IRRADIÂNCIA A CADA 1°C ATÉ, APROXIMADAMENTE, 40°C .

UTILIZANDO A LÂMPADA EM UMA TENSÃO CONSTANTE DE $10V$, FOI VARIADA A DISTÂNCIA DO SENSOR E DA LÂMPADA A FIM DE VERIFICAR A LEI DO QUADRADO DA DISTÂNCIA.

AValiação AVALIATIVA DA RADIAÇÃO TÉRMICA

FOI UTILIZADO UM CUBO COM UMA LÂMPADA DENTRO. TAL CUBO POSSUÍA QUATRO FACES DISTINTAS: BRANCA, PRETA, LISA E RUGOSA. FOI VARIADA A POTÊNCIA DA LÂMPADA A FIM DE RELACIONAR SUA TEMPERATURA COM A TENSÃO DETECTADA PELO SENSOR PARA AS QUATRO FACES.

IRRADIAÇÃO DE UMA FONTE NÃO PUNTUAL

COM A LÂMPADA EM SUA POTÊNCIA MÁXIMA, FOI VARIADA SUA DISTÂNCIA DE $0,5$ EM $0,5$ CM EM SEGUÍDA, FOI VARIADA DE 1 EM $\frac{1}{2}$ CM ATÉ QUE IRRADIÂNCIA DETECTADA FOSSE NULA.

LEI DE STEFAN-BOLTZMANN PARA BAIIXAS TEMPERATURAS

COM A LÂMPADA DESLIGADA, FOI VERIFICADA A IRRADIÂNCIA A CADA $10^{\circ}C$ ATÉ, APROXIMADAMENTE, $40^{\circ}C$.

RADIACÃO DO CORPO HUMANO

Por último, utilizando o sensor, foram aferidas as irradiâncias do antebraço, pescoço e mão de três sujeitos distintos.

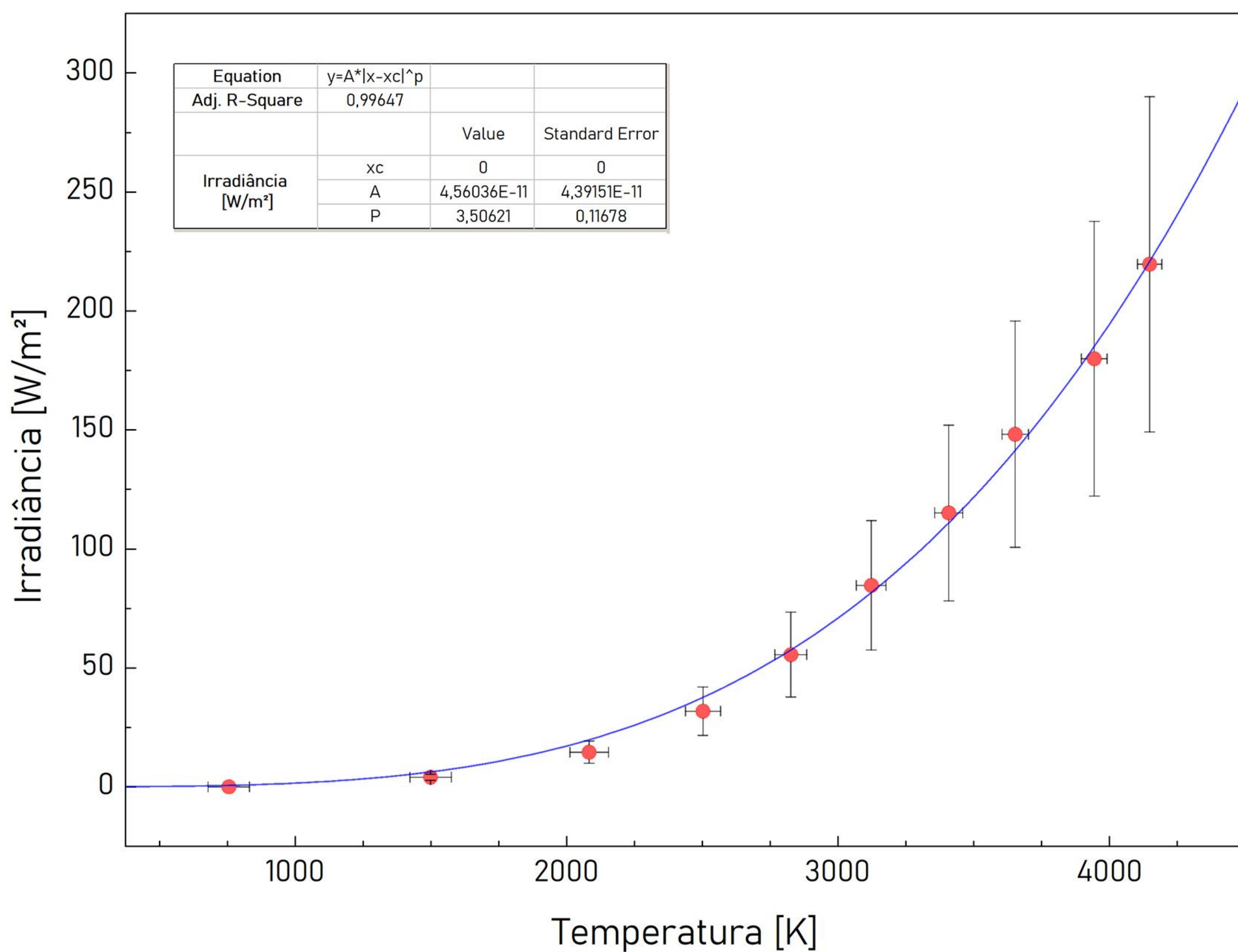
RESULTADOS E DISCUSSÃO

| Ponto | Tensão Lâmpada [± 0,1 V] | Tensão Sensor [mV] | Corrente Lâmpada [± 0,01 A] | Resistência [Ω] | R/R300K | Temperatura [K] | Irradiância [W/m ²] |
|-------|-----------------------------|-----------------------|--------------------------------|-----------------|----------------|-----------------|------------------------------------|
| 2 | 1,0 | 0,0 | 0,87 | 1,149 ± 0,116 | 5,749 ± 0,579 | 756 ± 76 | 0,00 ± 0,00 |
| 3 | 2,0 | 0,3 | 1,1 | 1,818 ± 0,092 | 9,094 ± 0,462 | 1499 ± 76 | 3,97 ± 1,27 |
| 4 | 3,0 | 1,1 | 1,28 | 2,344 ± 0,080 | 11,723 ± 0,401 | 2083 ± 71 | 14,55 ± 4,67 |
| 5 | 4,0 | 2,4 | 1,47 | 2,721 ± 0,071 | 13,610 ± 0,353 | 2503 ± 65 | 31,75 ± 10,18 |
| 6 | 5,0 | 4,2 | 1,66 | 3,012 ± 0,063 | 15,066 ± 0,315 | 2826 ± 59 | 55,56 ± 17,82 |
| 7 | 6,0 | 6,4 | 1,83 | 3,279 ± 0,058 | 16,399 ± 0,288 | 3123 ± 55 | 84,66 ± 27,16 |
| 8 | 7,0 | 8,7 | 1,98 | 3,535 ± 0,054 | 17,683 ± 0,268 | 3408 ± 52 | 115,08 ± 36,92 |
| 9 | 8,0 | 11,2 | 2,13 | 3,756 ± 0,050 | 18,786 ± 0,251 | 3653 ± 49 | 148,15 ± 47,53 |
| 10 | 9,0 | 13,6 | 2,24 | 4,018 ± 0,048 | 20,096 ± 0,241 | 3944 ± 47 | 179,89 ± 57,71 |
| 11 | 10,0 | 16,6 | 2,38 | 4,202 ± 0,046 | 21,016 ± 0,228 | 4149 ± 45 | 219,58 ± 70,44 |

- FIGURA 2: DISTRIBUIÇÃO (DOS PONTOS) DAS MEDIDAS COLETAS E AVALIADAS NA PRIMEIRA PARTE DO EXPERIMENTO

NA FIGURA 2 ESTÃO DISPOSTOS OS VALORES OBSERVADOS E CALCULADOS AO VARIAR A CORRENTE FLUINDO PELA LÂMPADA, COM ISSO, FOI POSSÍVEL CALCULAR AS SUAS RESPECTIVAS TEMPERATURAS E IRRADIÂNCIAS.

DESSA FORMA, FOI MONTADO UM GRÁFICO (FIGURA 3) COM OS VALORES OBTIDOS DE IRRADIÂNCIA EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA.



- FIGURA 3: DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES DE IRRADIÂNCIA EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA.

COM A FIGURA 3 DISPOSTA, FOI AJUSTADA UMA FUNÇÃO DE POTÊNCIA DO TIPO

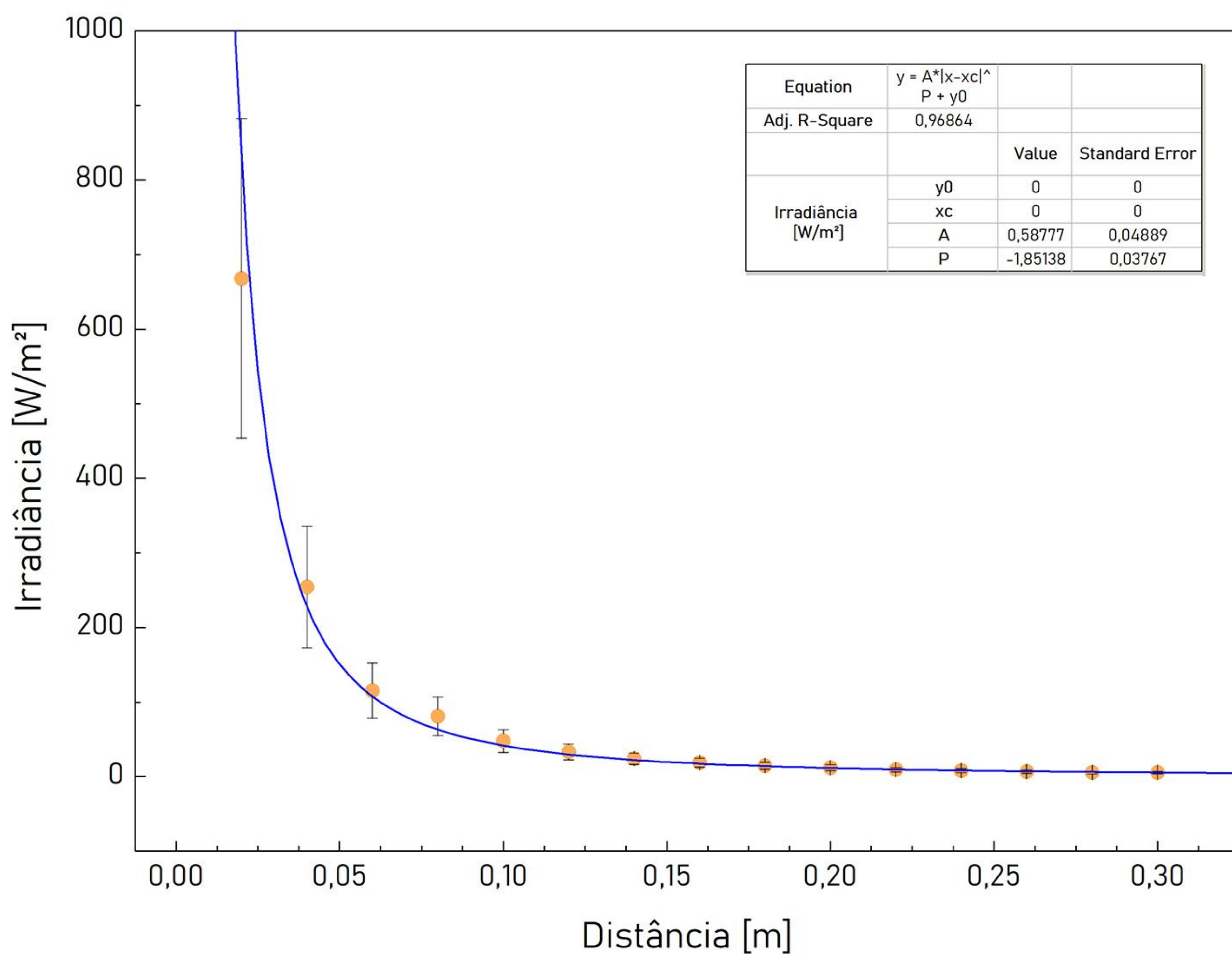
$$y = A|x|^p \quad (3)$$

A FIM DE ENCONTRAR O EXPOENTE p E COMPARÁ-LO COM A EQUAÇÃO (1). PORTANTO, O VALOR DE p ENCONTRADO FOI DE $3,51 \pm 0,12$. ESTE VALOR CORRESPONDE UM ERRO DE $42,25 \pm 3,42\%$ DO VALOR ESPERADO. APESAR DE PRÓXIMO, ESSA DISCREPÂNCIA PODE SER EXPLICADA (~~POR~~) POIS A EQUAÇÃO (1) SE REFERE A CORPOS NEGROS E, O MATERIAL UTILIZADO NÃO SE TRATAVA DE UM CORPO NEGRO IDEAL. (QUESTÃO 25)

LEI DO INVERSO DO QUADRADO DA DISTÂNCIA

A FIGURA 4 DEMONSTRA A IRRADIÂNCIA EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA. UMA FUNÇÃO DO TIPO (3) FOI AJUSTADA AO GRÁFICO A FIM DE ESTIMAR O COEFICIENTE p E COMPARÁ-LO COM O INVERSO QUADRADO.

PORTANTO, O VALOR DE p ENCONTRADO FOI DE $-1,85 \pm 0,04$. TAL VALOR POSSUI UM ERRO DE $7,50 \pm 2,16\%$ DO VALOR ESPERADO. LOGO, A ESTIMATIVA DETERMINADA É SATISFATORIA.

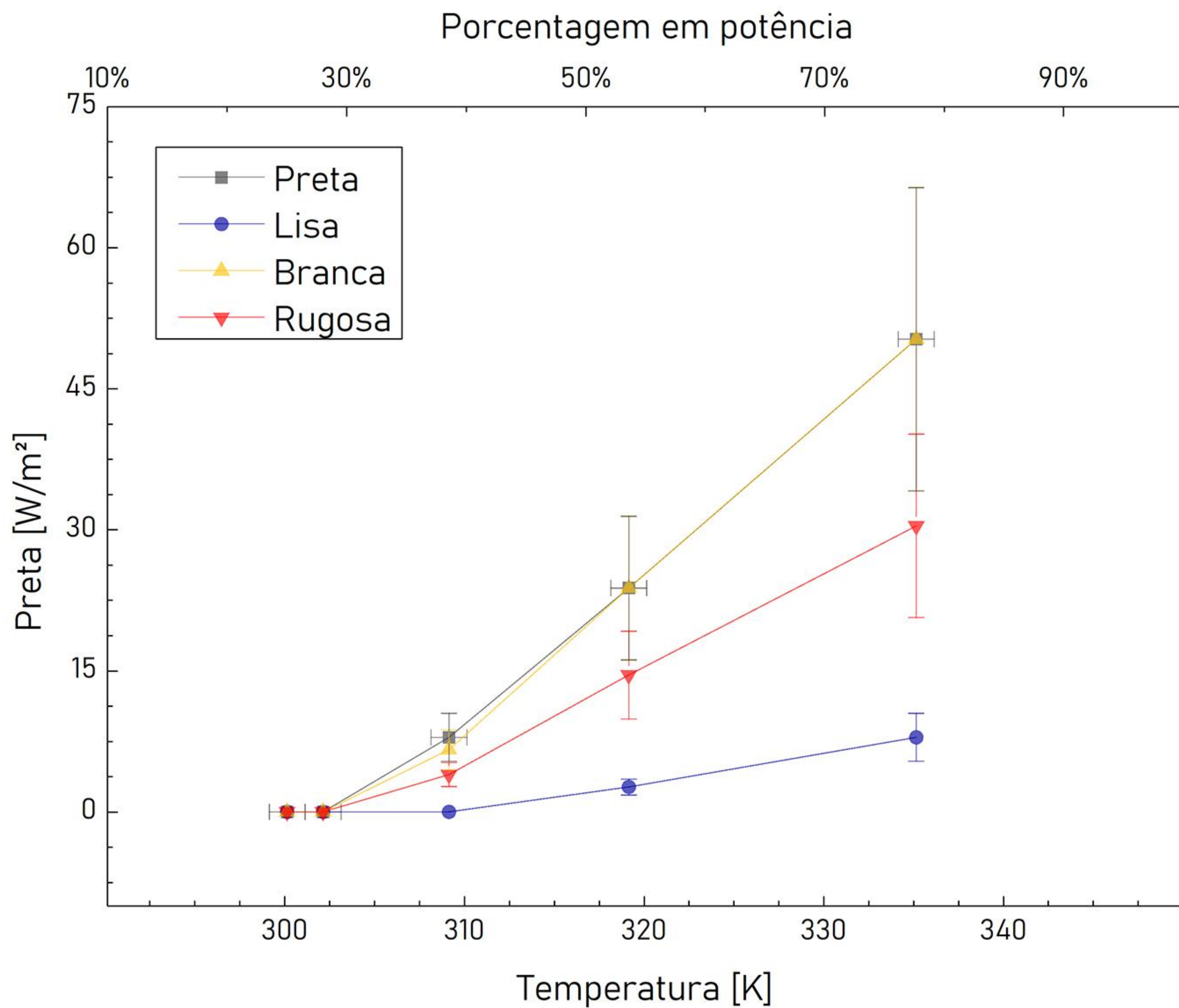


- FIGURA 4: DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES DE IRRADIÂNCIA EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA.

• AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA RADIAÇÃO TÉRMICA.

A FIGURA 5 DEMONSTRA A RELAÇÃO DA IRRADIÂNCIA DE CADA FACE DO CUBO (PRETA, BRANCA, RUGOSA E LISA) EM FUNÇÃO DE SUA TEMPERATURA. LOGO, AS MELHORES FACES PARA EMISSÃO DE RADIAÇÃO SÃO: PRETA, BRANCA, RUGOSA E LISA, EM ORDEM DECRESCENTE.

TAIS RESULTADOS DEMONSTRAM A RELAÇÃO DE ABSORÇÃO DE RADIAÇÃO E SUA COR E/OU ESTRUTURA. A FACE PRETA, COMO ABSORVE A MAIOR PARTE DA RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA INCIDENTE, EMITE MAIS RADIAÇÃO TÉRMICA. (QUESTÃO 22).



- FIGURA 5: DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES DE IRRADIAÇÃO EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA PARA DIFERENTES CORES E ESTRUTURAS DE UMA FACE.

IRRADIAÇÃO DE UMA FONTE NÃO PUNTUAL

PARA ESTE CASO, DIFERENTEMENTE DO QUE FOI OBSERVADO E ESPERADO NA SEÇÃO DA LIQD, DEVE-SE OBSERVAR UMA DEPENDÊNCIA DIFERENTE DA IRRADIÂNCIA EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA.

A FIGURA 6 DEMONSTRA OS VALORES OBSERVADOS PARA ESTE EXPERIMENTO: ~~(DE CAR)~~ NA PRIMEIRA VISTA, NOTA-SE QUE OS VALORES DE IRRADIÂNCIA TÊM UM PADRÃO PARECIDO COMO UM PLATÔ PARA PEQUENAS DISTÂNCIAS.

POR ISSO, FOI AJUSTADA UMA CURVA DO TIPO

SIGMOIDE, POIS SEU COMPORTAMENTO SE ASSEMELHA COM UM "S":

$$y = A_2 + \frac{A_1 - A_2}{1 + \exp\left(\frac{x - x_0}{dx}\right)} \quad (4)$$

PORTANTO, OBSERVA-SE QUE A FUNÇÃO SE ADEQUOU BEM COM OS PONTOS DISPOSTOS NO GRÁFICO.

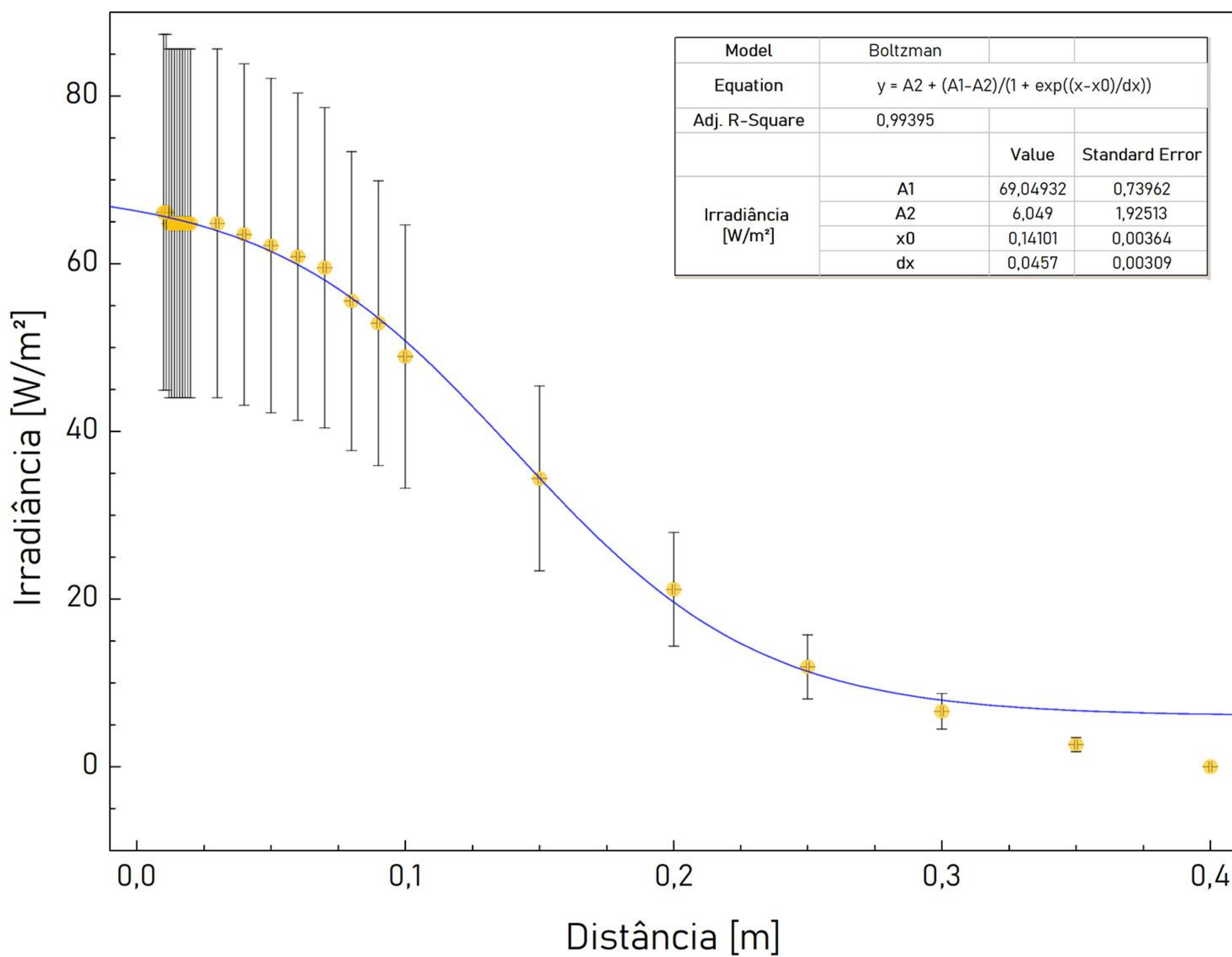
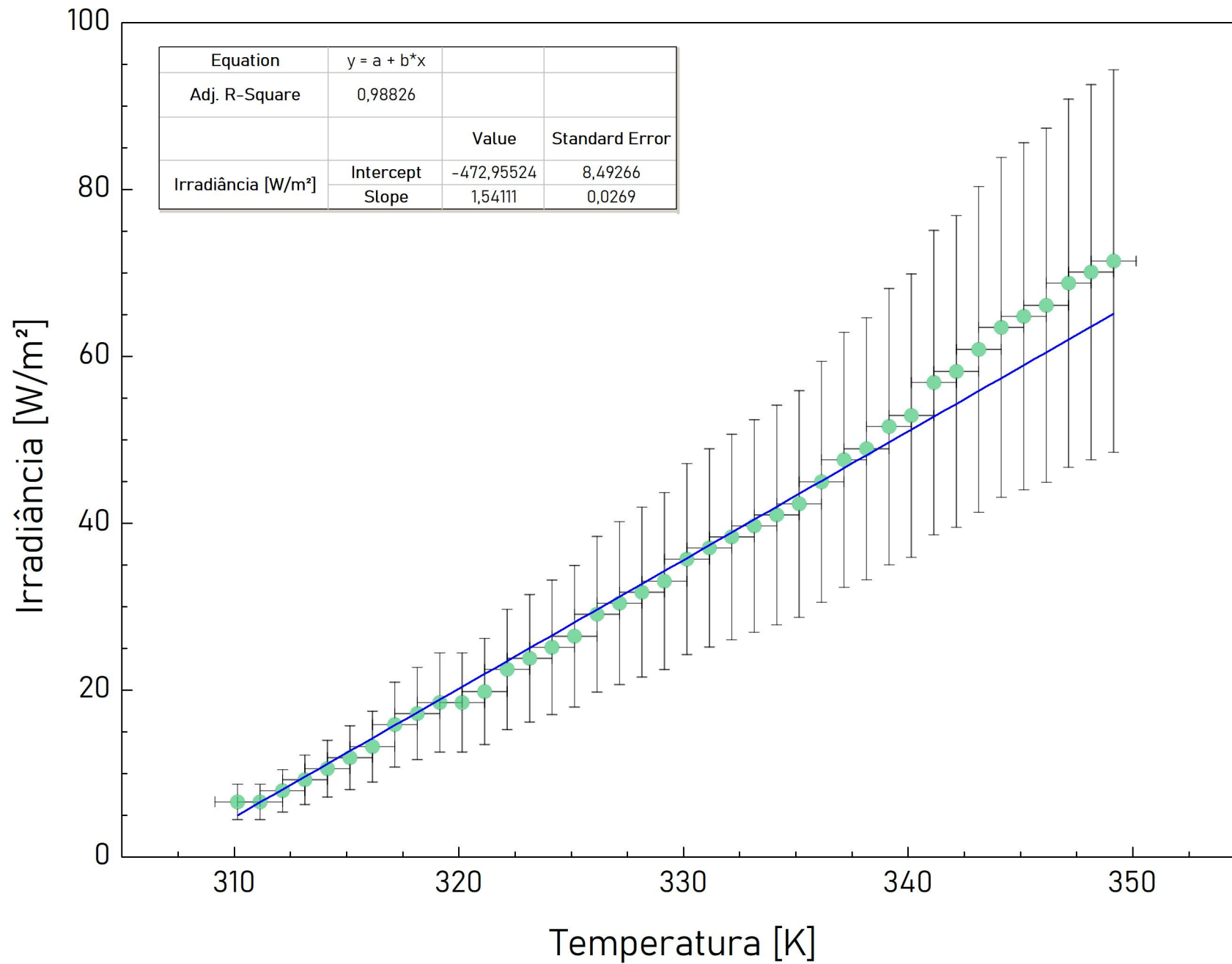


FIGURA 6: DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES DE IRRADIÂNCIA EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA.



LEI DE STEFAN-BOLTZMANN PARA BAIXAS TEMPERATURAS

NA FIGURA 7 ESTÃO OS VALORES COLETADOS DA IRRADIÂNCIA EM BAIXAS TEMPERATURAS. COMO, PARA ESTE INTERVALO, A IRRADIÂNCIA DEMONSTRA UMA DEPENDÊNCIA LINEAR COM A TEMPERATURA

RADIÇÃO DO CORPO HUMANO

OS VALORES DA FIGURA 8 DEMONSTRAM QUE O VALOR DE 90 W ESTÁ BEM DISTANTE DO OBSERVADO NO LABORATÓRIO. ESTE FATO PODE SER EXPLICADO POIS O SENSOR NÃO É ADEQUADO PARA BAIXOS VALORES DE TEMPERATURA E IRRADIÂNCIA.

| Pessoa | Medições do sensor [W/m^2] | | |
|--------|--|----------------|---------------|
| | Antebraço | Pescoço | Palma da mão |
| A | $5,3 \pm 1,70$ | $6,6 \pm 2,12$ | $5,3 \pm 1,7$ |
| B | $4,0 \pm 1,27$ | $5,3 \pm 1,70$ | $5,3 \pm 1,7$ |
| C | $2,6 \pm 0,85$ | $5,3 \pm 1,70$ | $1,3 \pm 0,4$ |

-FIGURA 8: VALORES OBTIDOS AO POSICIONAR O SENSOR EM DIFERENTES PARTES DO CORPO HUMANO.

O CORPO HUMANO EMITE SUA RADIAÇÃO MÁXIMA EM $9,348 \mu\text{m}$, OU SEJA, NO ESPECTRO INFRAVERMELHO.

CONCLUSÕES

LEVANDO EM CONSIDERAÇÃO OS ASPECTOS OBSERVADOS NO EXPERIMENTO, OS RESULTADOS SÃO CONSIDERADOS SATISFATÓRIOS. APESAR DE NÃO COINCIDIREM TOTALMENTE COM OS RESULTADOS TEÓRICOS, DEVE-SE LEVAR EM CONSIDERAÇÃO QUE AS EQUAÇÕES CONSIDERAM UM CORPO NEGRO IDEAL E, NO EXPERIMENTO REALIZADO, FOI TRABALHADO COM CORPOS PADRÕES.