

nome: Dikioni Ap. M. Nogueira n° USP: 10292990

Experimento 2: Radiação térmica

Resumo

Neste experimento foi verificada e estudada a lei de Stefan-Boltzmann, a lei do inverso do quadrado da distância, bem como ~~as~~ estimas como a radiação térmica se comporta em diversas situações.

Introdução

Corpos aquecidos emitem radiação denominada de radiação térmica que, em geral, tem uma distribuição espectral contínua. Esta radiação é se dá por meio de ondas eletromagnéticas que deixam pelas oscilações de partículas carregadas que compõem o corpo que foi aquecido, estes corpos quando em alta temperatura passam a emitir luz visível com parte dessa emissão na região do infravermelho. Uma das formas de medir essa radiação térmica é usando pirômetros ópticos o qual utiliza o espectro de frequências para quantizar a temperatura emitida pelo corpo.

A distribuição espectral da radiação térmica a uma dada temperatura é dada descrita pela

radiância espectral ~~em~~ $R_T(\nu)$, como mostrado na equação (1)

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

sendo $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$ que é a constante de Stefan - Boltzmann

Outra relação importante é a do deslocamento de Wien dada pela equação (2), esta relação mostra que o pico de emissão de um corpo aumenta com o aumento da temperatura deste corpo.

$$\nu_{\text{max}} = \alpha T \quad (2)$$

Para corpo negro a densidade de energia do espectro é dada por

$$\rho_T(\nu) d\nu = \left(\frac{8\pi\nu^2}{c^3} \right) \frac{h\nu}{e^{h\nu/kT} - 1} d\nu$$

Objetivo

Verificar a validade da lei de Stefan - Boltzmann, da lei de inverso do ~~quadrado~~ quadrado da distância.

Metodologia

Neste experimento foram usados: sensor de radiação do tipo termopilha TD-8553, voltímetro acoplado ao sensor de radiação, cubo de radiação térmica, potenciômetro Varian, termopar digital, ventilador ~~resfriador~~ de resfriamento, lâmpada

de Stefan-Boltzmann, fonte de alimentação, voltímetro e amperímetro para fonte, trilho com escala milimétrica, régua de 50 cm e paquímetro

2.3.1 Lei de Stefan-Boltzmann

Para verificar esta lei foi utilizado um sensor próximo a uma lâmpada. Primeiro mediu-se a temperatura ambiente e a resistência da lâmpada com a mesma desligada. Aos poucos alterou-se a intensidade da luz da lâmpada e observamos como os valores da resistência mudava com ~~esta~~ a intensidade e temperatura da luz.

2.3.2 Lei do inverso do quadrado da distância

Com a lâmpada com uma tensão constante (10V), variou-se a distância entre a lâmpada e o sensor ~~o~~ anotando os valores encontrados de tensão entre o sensor e a fonte

2.3.3 Avaliação qualitativa da radiação térmica

Inicialmente, mediu-se a temperatura do eixo nos seus 4 faces. Em seguida o eixo foi aquecido nas seguintes porcentagens (10%, 30%, 50%, 70% e 100%) da potência total da lâmpada. Coletando-se para cada porcentagem de potência da lâmpada a tensão medida.

2.3.4 Irradiação de uma fonte não pontual

Para estudar o decaimento da radiação em função da distância, utilizamos somente uma ~~fonte~~ fonte de Fe- α .

Com o tubo aquecido na potência máxima da lâmpada ~~(4000)~~, ~~o~~ aproximamos-se o sensor da fonte de Fe com passos de 0,5 cm (até 20 cm) e depois com passos de maiores até chegar em 40 cm.

2.3.5 Lei de Stefan-Boltzmann para baixas temperaturas

~~Mediu~~ Mediu-se a irradiação da lâmpada a cada 1°C ~~at~~, onde inicialmente a lâmpada estava ~~(desligada)~~ ^{ligada} ~~e coletou-se dados~~ ligada na sua potência máxima, e ao resfriar a fonte de Fe ao desligar a lâmpada, coletamos os dados.

2.3.6 Radiação do corpo humano

Encostando o sensor no próprio corpo, mediu-se a irradiação emitida pelo nosso corpo e anotou-se também a temperatura da pele no mesmo lugar onde foi coletada a irradiação.

Resultados e discussões

2) A equação de propagação de erro para a irradiância é

$$\sigma_{ir} = \sqrt{\left(\frac{1}{DA}\right)^2 \cdot (\text{unc } V)^2 + \left(\frac{V}{DA^2}\right)^2 \cdot (\text{unc } A)^2 + \left(\frac{V}{AD^2}\right)^2 \cdot (\text{unc } d)^2}$$

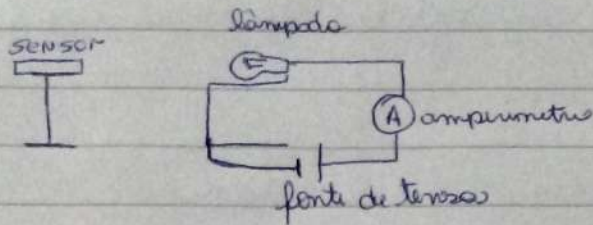
~~Se~~ Fazendo a propagação de erro para os dados do ponto 4 da tabela 1 ~~se~~ foi obtido uma incerteza ~~no~~ de $3,58 \text{ W/m}^2$

De acordo com os experimentos a tabela 1, com os dados coletados e os respectivos valores de irradiância

Ponto	Tensão Lâmpada (V)	Tensão Sensor (mV)	Corrente Lâmpada (A)	R (ohms)	R/ R300K	T (K)	W/m ²
2	1,0	0,0	0,87	1,149	5,747	1249	0,0
3	2,0	0,3	1,1	1,818	9,091	1840	4,0
4	3,0	1,1	1,28	2,344	11,719	2280	14,6
5	4,0	2,4	1,47	2,721	13,605	2582	31,7
6	5,0	4,2	1,66	3,012	15,060	2811	55,6
7	6,0	6,4	1,83	3,279	16,393	3016	84,7
8	7,0	8,7	1,98	3,535	17,677	3207	115,1
9	8,0	11,2	2,13	3,756	18,779	3372	148,1
10	9,0	13,6	2,24	4,018	20,089	3506	179,9
11	10,0	16,6	2,38	4,202	21,008	3519	219,6

Tabela 1. Valores de irradiância por Temperatura.

3 O diagrama do experimento esta feito abaixo



6 O grafico obtido da irradiancia do filamento em função da temperatura esta abaixo

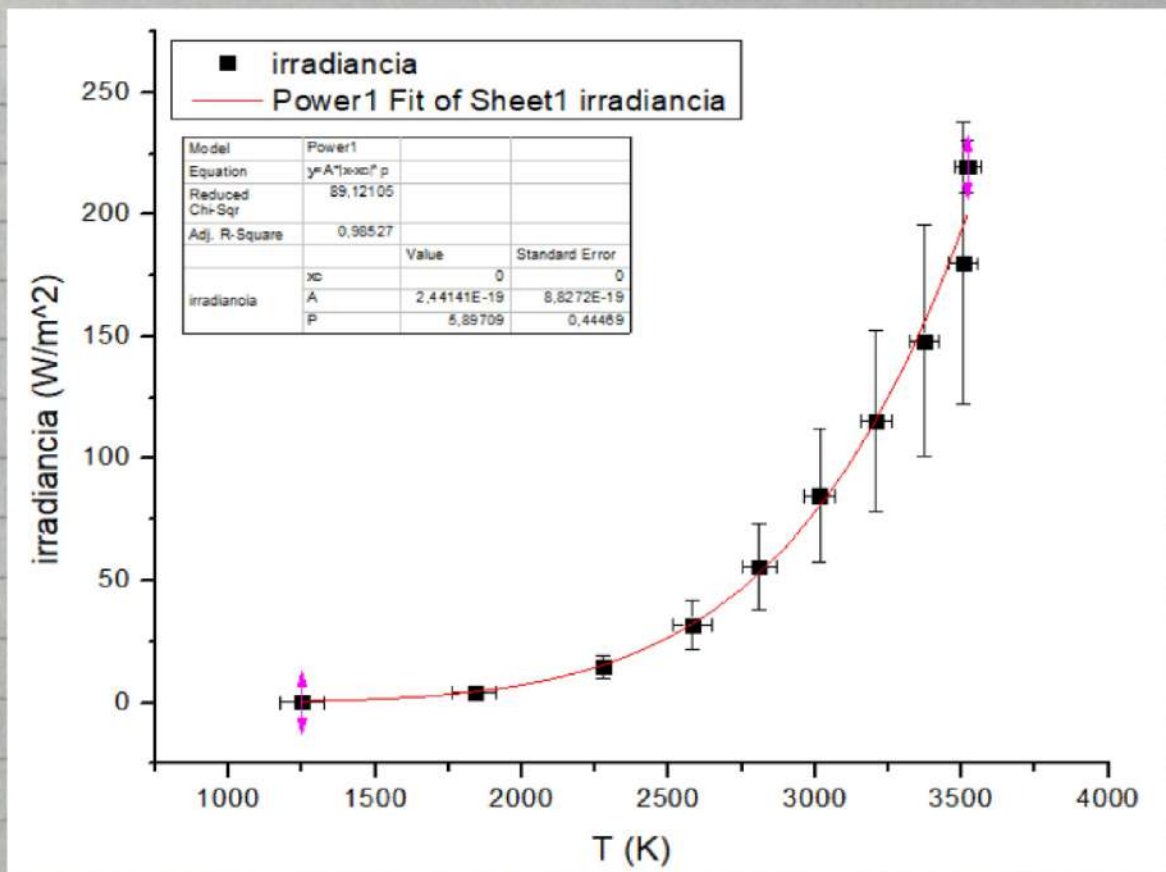


Gráfico 1 - Irradiação em função da temperatura

O observado - se que o valor encontrado ($5,89 \pm 0,4$) foi ~~de~~ divergiu um pouco do valor esperado (4), o que pode ser justificado pelo ~~do~~ meio o qual a temperatura pode ser dissipada.

Lei do inverso do quadrado da distância.

A tabela com dados ~~com~~ e ~~d~~ coletados, e com as respectivas resistências, está ~~a~~ abaixo:

Ponto	Distância (cm)	Tensão (mV)	Potência/Área (W/m ²)
1	2	50,5	668,0
2	4	19,2	254,0
3	6	8,7	115,1
4	8	6,1	80,7
5	10	3,6	47,6
6	12	2,5	33,1
7	14	1,8	23,8
8	16	1,4	18,5
9	18	1,1	14,6
10	20	0,9	11,9
11	22	0,7	9,3
12	24	0,6	7,9
13	26	0,5	6,6
14	28	0,4	5,3
15	30	0,4	5,3

Tabela 2 - Relação entre potência e distância

A partir dos dados da tabela 2 foi feito o gráfico abaixo

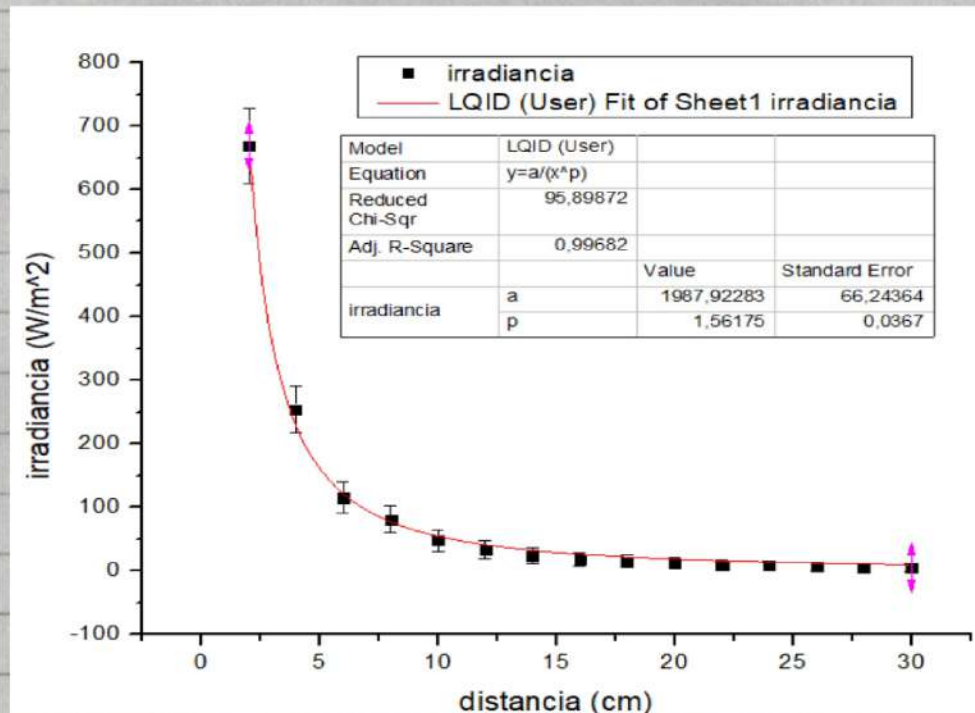


Gráfico 2 - Irradiância em função da distância

Observou-se que o valor encontrado graficamente para o lei de inverso do quadrado da distância foi $\neq 1,56 \pm 0,04$, estando esse valor abaixo do valor esperado (2), tal efeito pode ser justificado pela interferência da luz ambiente ~~o que~~, ou seja, a presença de uma radiação de fundo.

Avaliação qualitativa da radiação termica

Os dados experimentais coletados, e as radiancias calculadas para cada face do

cu-bos, estão listados na tabela abaixo

Ajuste do variac	Temp. (oC)	Tensão Para as Seguintes Superfícies (mV)				Irradiancia (W/m ²)				Temperatura (K)
		Preta	Lisa	Branca	Rugosa	Preta	Lisa	Branca	Rugosa	
10%	27	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	300
30%	29	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	302
50%	36	0,6	0,0	0,5	0,3	7,9	0,0	6,6	4,0	309
70%	46	1,8	0,2	1,8	1,1	23,8	2,6	23,8	14,6	319
100%	62	3,8	0,6	3,8	2,3	50,3	7,9	50,3	30,4	335

Tabela 3 - Irradiancia espectral em cada face de um cu-bos

Utilizando os dados dessa tabela fa-zer plotado e gráfico a seguir.

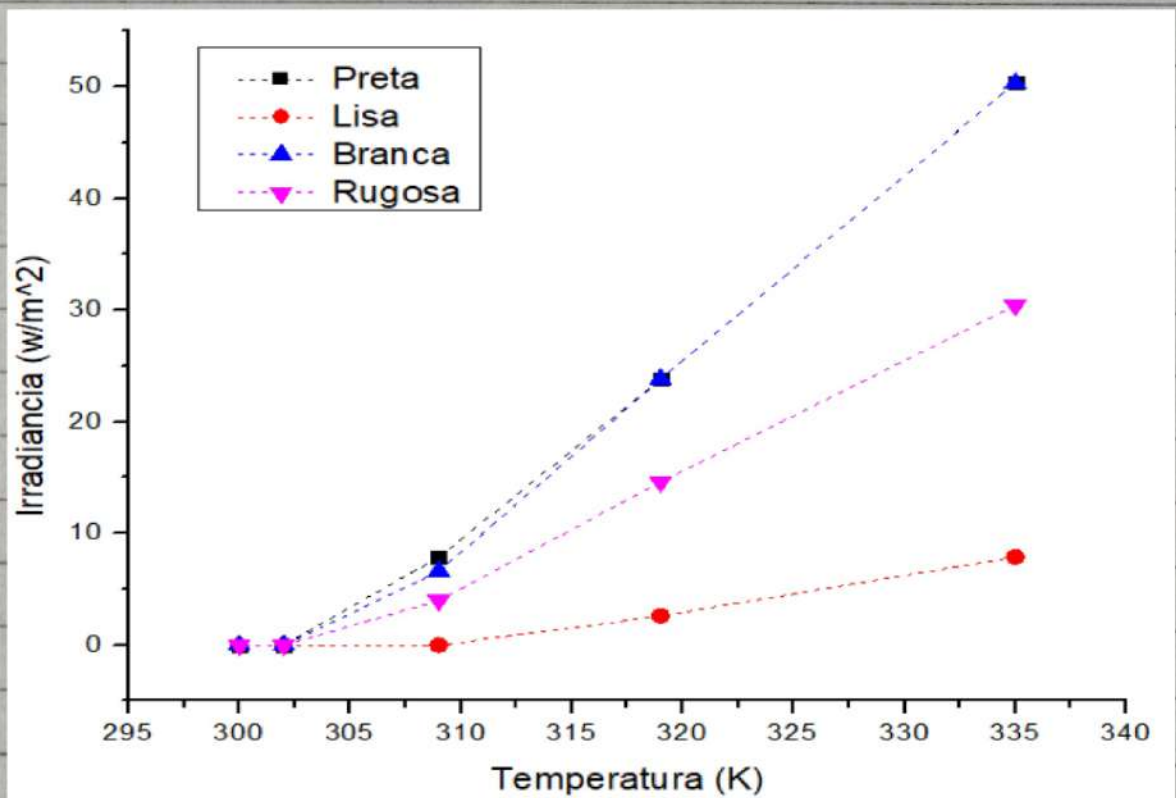


Gráfico 3 - Irradiancia em função de temperatura para 4 faces de um cu-bos

Observando o gráfico, nota-se foi possível concluir que as faces preta e branca foram as que tiveram maior (radiação) radiação, seguida das faces rugosa e lisa (respectivamente) deste modo, as faces branca e preta se ~~assemelham~~ assemelham a um comportamento de um corpo negro

Radiação de uma fonte não pontual

Os dados coletados com as respectivas potências estão na tabela abaixo

Distância (cm)	Distância (m)	Temperatura (°C)	Tensão no sensor (mV)	Potência por área (W/m ²)
1	0,01	74	5	66,1
1,1	0,011	74	5	66,1
1,2	0,012	74	4,9	64,8
1,3	0,013	74	4,9	64,8
1,4	0,014	74	4,9	64,8
1,5	0,015	74	4,9	64,8
1,6	0,016	74	4,9	64,8
1,7	0,017	74	4,9	64,8
1,8	0,018	74	4,9	64,8
1,9	0,019	74	4,9	64,8
2	0,02	75	4,9	64,8
3	0,03	75	4,9	64,8
4	0,04	75	4,8	63,5
5	0,05	75	4,7	62,2
6	0,06	75	4,6	60,8
7	0,07	75	4,5	59,5
8	0,08	75	4,2	55,6
9	0,09	75	4	52,9
10	0,1	75	3,7	48,9
15	0,15	76	2,6	34,4
20	0,2	76	1,6	21,2
25	0,25	76	0,9	11,9
30	0,3	76	0,5	6,6
35	0,35	76	0,2	2,6
40	0,4	76	0	0,0

Tabela 4 - Potências irradiadas por uma fonte não pontual

Com os dados do tabelo 4, foi plotado o seguinte gráfico

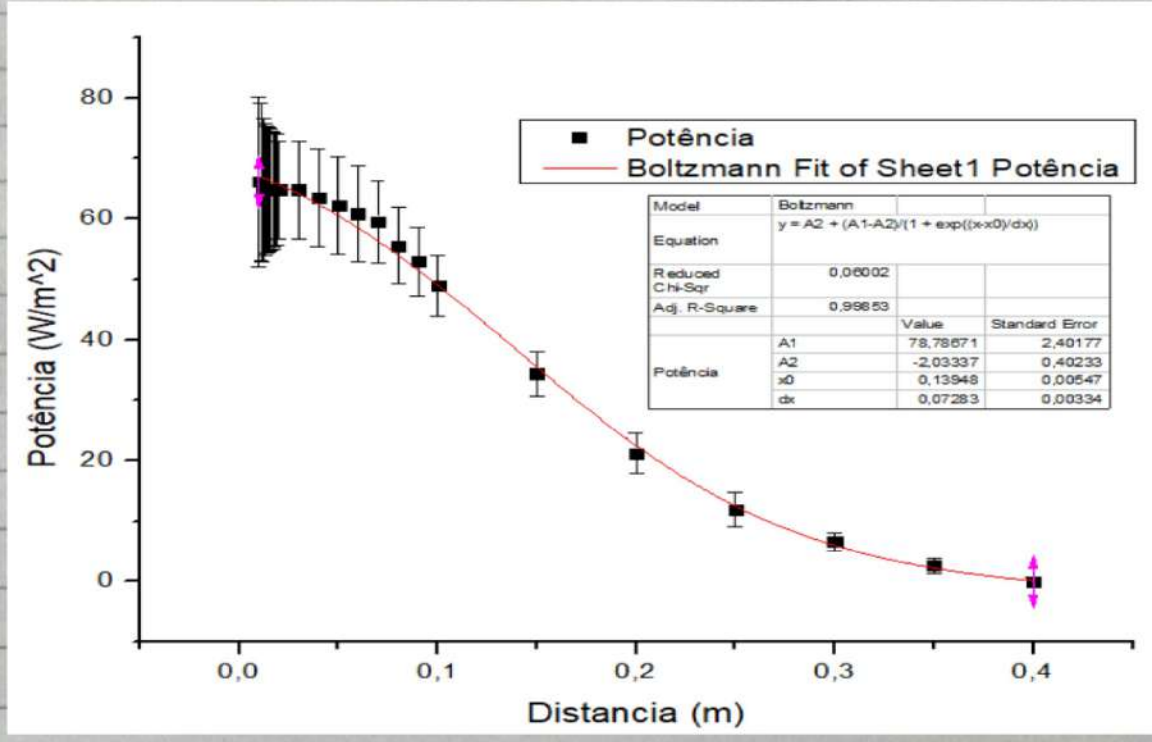


Gráfico 4 - Potência em função do ~~radiação~~ distância para uma fonte não pontual

A partir do ~~que~~ gráfico, pede-se observar que a potência não decaiu com o quadrado da distância, tal comportamento é esperado para distâncias muito grande em relação ao tamanho do objeto, pois nesse ponto a superfície seria tratada como \neq uma fonte pontual.

Lei de Stefan-Boltzmann para baixas temperaturas

Utilizando os dados coletados e as potências calculadas foi feito o seguinte gráfico

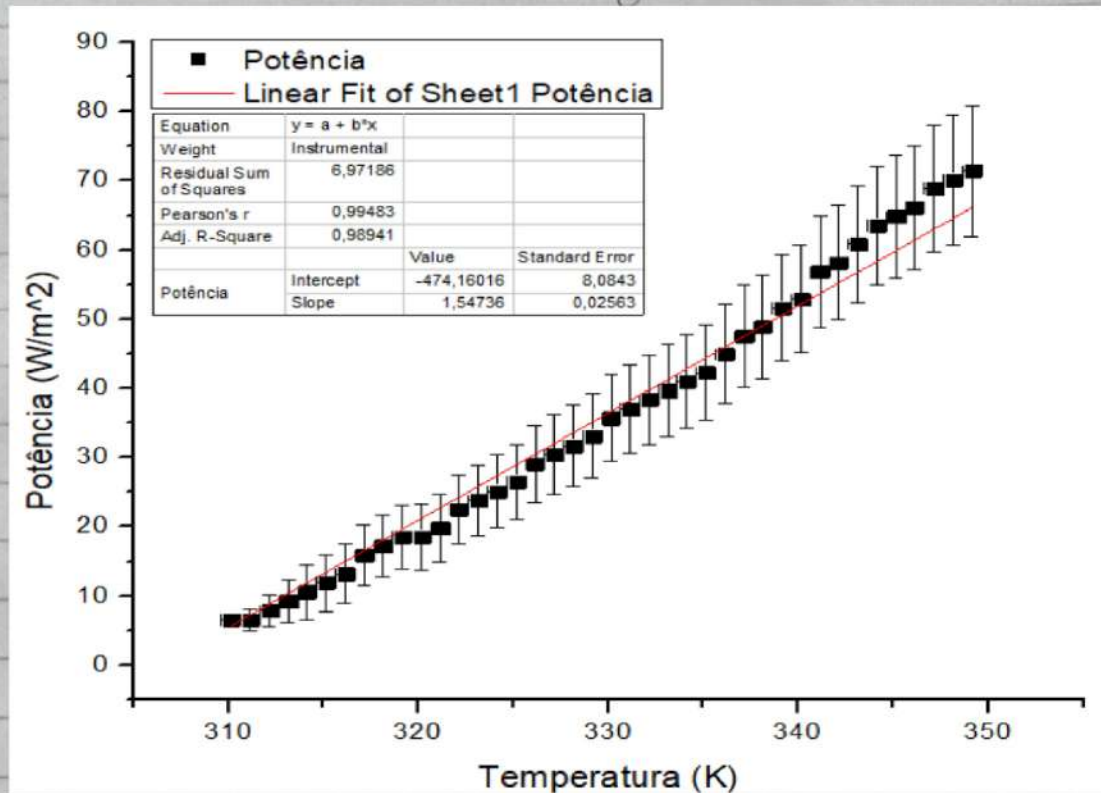


Gráfico 5 - Potência em função da temperatura para verificar a lei de Stefan Boltzmann para várias temperaturas.

Pode-se observar que para várias temperaturas a lei de Stefan Boltzmann não vale, pois, a curva dos dados ~~se~~ é quase linear

Radiações do corpo humano

A tabela com as respectivas medidas e irradianças está na página a seguir

Pessoa	Medições do sensor em mV			Irradiância (W/m^2)		
	A	B	C	A	B	C
Antebraço	0,4	0,3	0,2	5,29	3,98	2,65
Pescoço	0,5	0,4	0,4	6,61	5,29	5,29
Palma da mão	0,4	0,4	0,1	5,29	5,29	1,32

Tabela 5 - Potências do corpo humano

Um dos motivos pelos quais o corpo humano tem uma baixa radiação é porque ele possui baixa quantidade de elétrons na pele, e além disso, nós (humanos) radiamos no infravermelho.

Conclusão

Contudo, foi possível analisar a Lei de Stefan-Boltzmann mesmo existindo interferências do meio e das ~~mesas~~ incertezas, ~~mas~~ bem como também ^{com} ~~pois~~ interferências do meio (neste caso luz ambiente), foi possível encontrar um valor para a lei de inverso do ~~distância~~ quadrado da distância, além disso, observou-se que corpos revestidos ~~por~~ ^{po} corpos negros e com cor preto e cor branca ~~emitem~~ ^{emitem} ~~ou~~ têm irradianças semelhantes ao de corpo negro e que uma fonte não pontual quando analisada a uma longa distância pode ser consi-

dividida em 4 fontes pontual -

Bibliografias

www.ufc.br/for/2001/aulas/aulasad.html
<https://pt.wikipedia.org/wiki/Lei-de-Stefan-Boltzmann>

<https://pt.wikipedia.org/wiki/Corpo-negro>