

19

Estudo da relação da intensidade da luz de uma fonte de luz pontual em função da distância relativa e efeito da atenuação de filtros

João Alberto Simões

Departamento de Física e Astronomia, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto

Obteve-se o valor previsto (?) para o o o

Resumo

Foi realizado o ajuste de $\log(V)$ em função de $\log(d)$ para as duas gamas consideradas e obteve-se um declive de (-1.997 ± 0.003) com uma incerteza relativa de 0.17% e um erro relativo de 0.1% para a gama 1 e obteve-se um declive de (-1.930 ± 0.007) com uma incerteza relativa de 0.34% e um erro relativo de 3.5%, verificando-se a validade da lei. Como valor final, $m = (-1.997 \pm 0.003)$, $Inc(\%) = 0.17\%$, $Er(\%) = 0.1\%$. Determinou-se o coeficiente de absorção das placas de acrílico, tendo-se obtido um valor de $0.18 \pm 0.01 \text{ mm}^{-1}$ com uma incerteza relativa de 6% e um erro de 18% para a gama 1, ensaio 1, $(0.14 \pm 0.01 \text{ mm}^{-1})$ com uma incerteza de 10% e um erro de 64% para a gama 2, ensaio 1, $(0.179 \pm 0.007 \text{ mm}^{-1})$ com uma incerteza de 4% e um erro de 18% para o ensaio 2 e $(0.16 \pm 0.01 \text{ mm}^{-1})$ com uma incerteza de 6% e um erro de 28% para o ensaio 3, resultados aquém do esperado. Como valor final, $\alpha = (0.18 \pm 0.01 \text{ mm}^{-1})$, $Inc(\%) = 6\%$, $Er(\%) = 18\%$.

escolher qual considerar ou apresentar o valor pertencente a uma gama

referem-se?

1 Introdução

Para a parte inicial da experiência, a lei que pretendemos provar é a seguinte:

$$P = \frac{I_e A}{R^2} S \quad (1)$$

Como sabemos que a potência absorvida pelo sensor é diretamente proporcional à tensão de saída lida no sensor, $V(d) \propto P$, temos:

$$V = \frac{K'}{R^2}$$

onde o K' é uma constante que não importa para a experiência.

Assim, aplicando o logaritmo de base 10 a ambos os membros da equação, fica:

$$\text{Log}(V(d)) = -2\text{Log}(R) + \text{Log}(K') \quad (2)$$

Para verificar a validade da lei, basta fazer um ajuste linear de $\text{Log}(V)$ em função de $\text{Log}(R)$ e verificar que o declive dá aproximadamente -2 . Para a determinação do coeficiente de absorção dos filtros, temos a expressão:

$$P(x) = P_0 e^{-\alpha x}$$

onde P_0 é a potência absorvida pelo sensor, α é o coeficiente de absorção do filtro e x é a espessura do filtro.

Mais uma vez, visto $V(x) \propto P(x)$, temos

$$V(x) = Q e^{-\alpha x} \quad (3)$$

onde Q é uma constante de proporcionalidade qualquer.

Aplicando o logaritmo de Neper a ambos os lados da equação fica:

$$\text{Ln}(V(x)) = -\alpha x + \text{Ln}(Q) \quad (4)$$

Para determinar α , fazemos um ajuste linear de $\text{Ln}(V)$ em função de x .

2 Método experimental

2.1 Verificação da lei

Para a verificação da lei, foi montado o seguinte sistema:

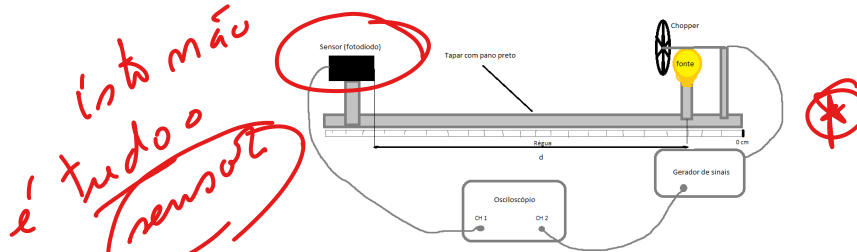


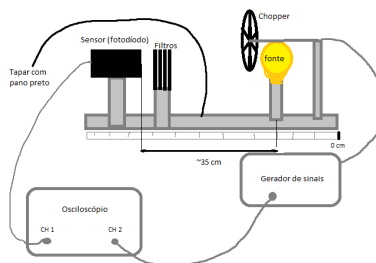
Figura 1: Montagem experimental para verificação da lei.

Durante a realização da experiência é preciso garantir que não há fontes luminosas além da lâmpada e que as reflexões nas barras ao longo das quais o sensor se move ~~é evitado~~ ^{evitadas} com uma manta preta. No osciloscópio, com o sinal de saída do sensor no canal 1 e o sinal emitido pelo gerador no canal 2, regista-se a tensão pico-a-pico do sinal 1 e a diferença de fase dos dois sinais.

Handwritten notes:
 - "fotodiodo ligado a uma pilha..."
 - "evitadas usando..."
 - "p/ as tapar" (pointing to the black cloth)
 - "isto não é tudo o sensor?" (pointing to the sensor)
 - "fotodiodo" (pointing to the photodiode)
 - "d" (pointing to the distance between sensor and lamp)

2.2 Determinação do coeficiente de absorção

Para a realização desta parte da experiência foi usado o esquema da parte anterior, mantendo o sensor a uma distância de $\sim 35\text{cm}$ da lâmpada e mantendo os filtros próximos do sensor (fig. 2).



Letras demandadas pequenas

Figura 2: Montagem experimental para determinar o coeficiente de absorção.

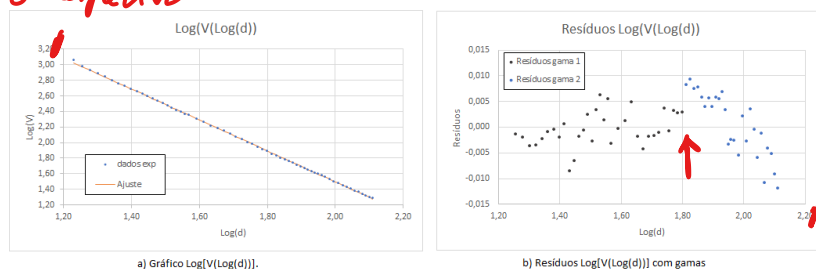
de filtros de acrílico fumado

Mais uma vez, foi necessário garantir que não havia fontes luminosas além da lâmpada e que era usada a manta preta para impedir as reflexões nas barras. Durante ambas as experiências, o chopper foi mantido a uma frequência constante de $f = (144 \pm 1)\text{Hz}$.

3 Resultados e Análise

3.1 Verificação da lei

Registrando os dados para a tensão em função da distância, obteve-se o seguinte gráfico ~~com o seguinte~~ ajuste: *indicado na fig. 3*
e o respectivo



Zero a + na 1ª e 2ª eixos

gráficos demandados pequenos

a) Gráfico $\text{Log}[V(\text{Log}(d))]$.

b) Resíduos $\text{Log}[V(\text{Log}(d))]$ com gamas realçadas.

m	-1,989	5,474	b
u(m)	0,003	0,004	u(b)
r ²	0,99991	0,005	u(y)

c) Matriz de ajuste.

(ajuste na gama ...)

Figura 3: Ajuste de $\text{Log}[V(\text{Log}(d))]$.

Mais: observa-se um "salto" pequeno em γ
 De acordo com os resíduos, podem ser consideradas duas gamas da experiência: uma gama para $d < 65\text{cm}$, onde se verifica uma tendência ascendente nos resíduos e uma outra gama para $d > 65\text{cm}$, onde os resíduos apresentam uma tendência descendente. O ponto inicial, como se pode ver pelo gráfico principal, não se adequa a nenhum ajuste, não estando sequer representado no gráfico de resíduos por estar tão díspar dos outros. Fazendo um ajuste para cada uma destas gamas obtém-se:
 imo deve-se provavelmente a proximidade à fonte, excessiva a ponto, o que impede considerá-la como pontual!

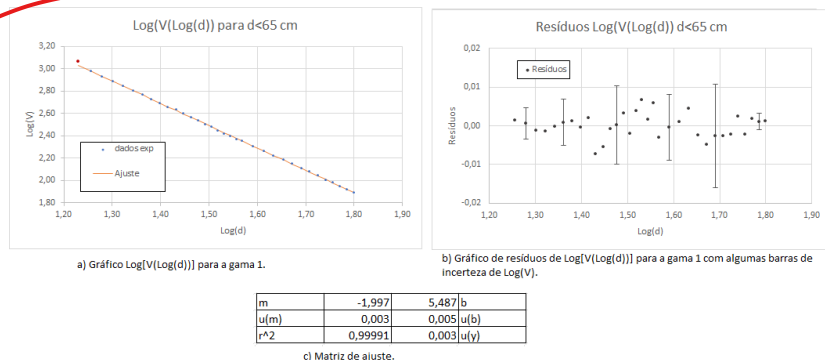


Figura 4: Ajuste de $\text{Log}[V(\text{Log}(d))]$ gama 1.

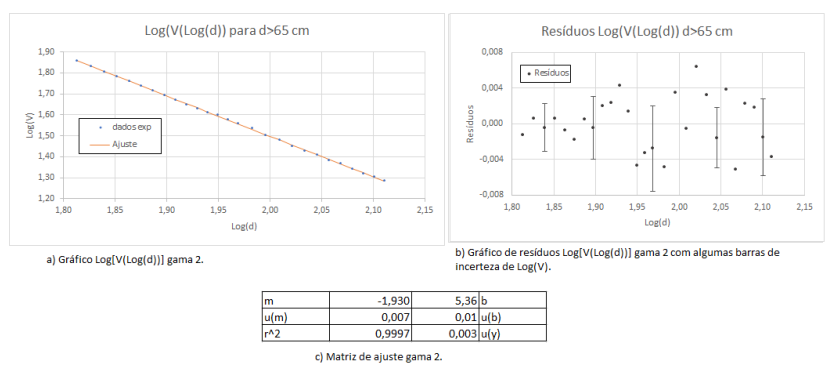


Figura 5: Ajuste de $\text{Log}[V(\text{Log}(d))]$ gama 2.

As barras de incerteza de $\text{Log}(V)$ são pelo menos uma ordem de grandeza acima das de $\text{Log}(d)$ e são aleatórias.

Para a gama 1, temos que

$$m = (-1.997 \pm 0.003)$$

o que dá uma incerteza relativa de

$$Inc(\%) = 0.17\%$$

Considerando que o valor real é $m_{real} = -2$, temos um erro de $E_r = 0.003$; temos

$$E_r(\%) = 0.1\%$$

Para a gama 2, obtém-se

$$m = (-1.930 \pm 0.007)$$

com uma incerteza relativa de

$$Inc(\%) = 0.34\%$$

e um erro de $E_r = 0.070$ por excesso, com

$$E_r(\%) = 3.5\%$$

Os valores estão próximos de -2 , pelo que a lei é verificada.

3.1.1 Determinação do coeficiente de absorção

Os dados obtidos em todos os ensaios constam no seguinte gráfico:

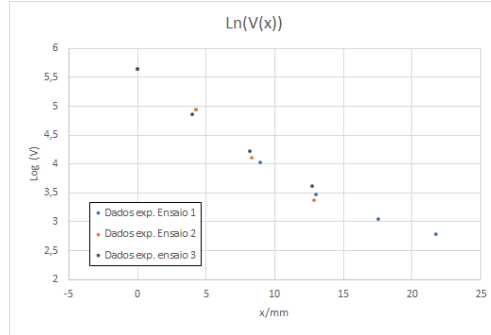


Figura 6: Valores obtidos para $\text{Ln}[V(x)]$.

Considerando agora cada ensaio, obtém-se para o primeiro ensaio (fig. 7):

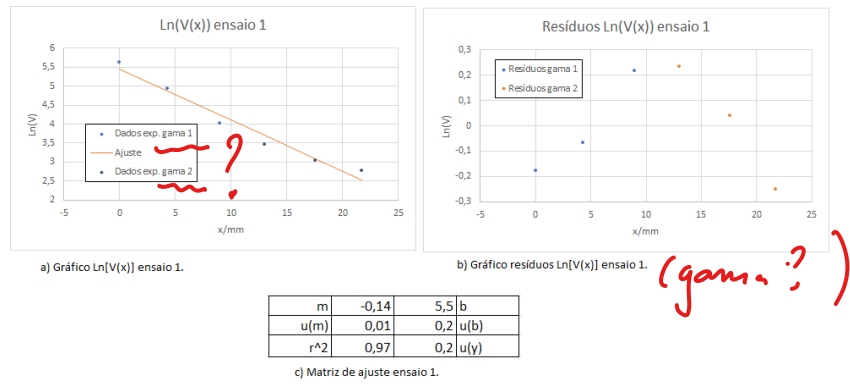


Figura 7: Valores obtidos para $\text{Ln}[V(x)]$ ensaio 1.

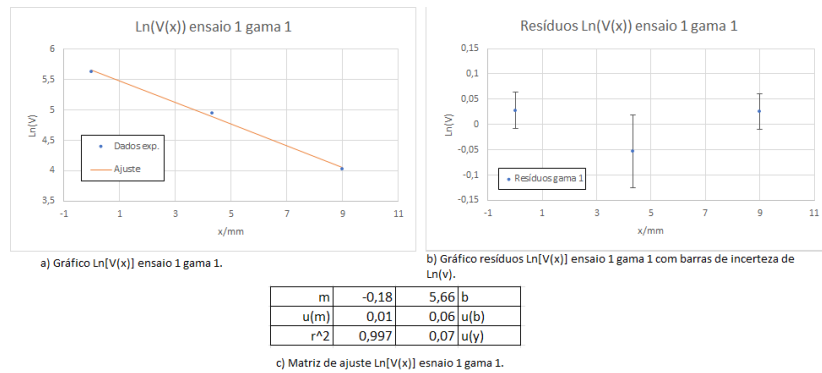


Figura 8: Valores obtidos para $\text{Ln}[V(x)]$ ensaio 1 gama 1.

Verificam-se duas gamas, uma para os primeiros três pontos e outra para os últimos 3.

Fazendo os ajustes, os resultados são os que constam acima (Fig. 8).

Para a gama 1, temos

$$m = (-0.18 \pm 0.01) \text{mm}^{-1}$$

Como $m = -\alpha$, fica:

$$\alpha = (0.18 \pm 0.01) \text{mm}^{-1}$$

e

$$\text{Inc}(\%) = 6\%$$

GAMA (única):
Na minha opinião deve considerar os 4 1.^{os} pontos!

Consultando vários resultados obtidos por outros grupos deste ano e de anos anteriores, tomei como valor de referência para comparar $\alpha = 0.219mm^{-1}$, o que dá um erro relativo de

$$Er(\%) = 18\%$$

Para a gama 2, temos

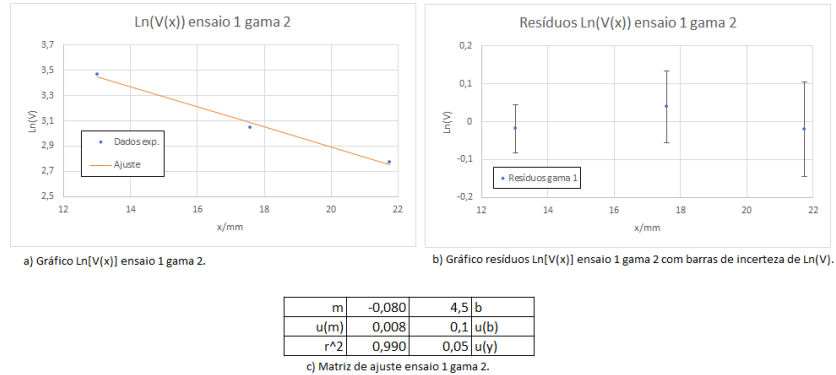


Figura 9: Valores obtidos para $\ln[V(x)]$ ensaio 1 gama 2.

O que dá um declive de

$$m = (-0.080 \pm 0.008)mm^{-1}$$

$$\alpha = (0.080 \pm 0.008)mm^{-1}$$

com

$$Inc(\%) = 10\%$$

e um erro relativo de

$$Er(\%) = 64\%$$

Para o ensaio 2 obteve-se o ajuste que consta na figura 10.

$$m = (-0.179 \pm 0.007)mm^{-1}$$

o que dá um valor para o coeficiente de

$$\alpha = (0.179 \pm 0.007)mm^{-1}$$

com

$$Inc(\%) = 4$$

$$Er(\%) = 18\%$$

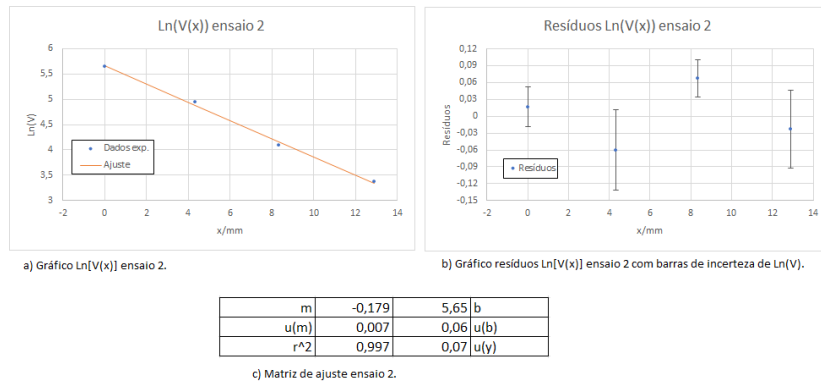


Figura 10: Valores obtidos para Ln[V(x)] ensaio 2.

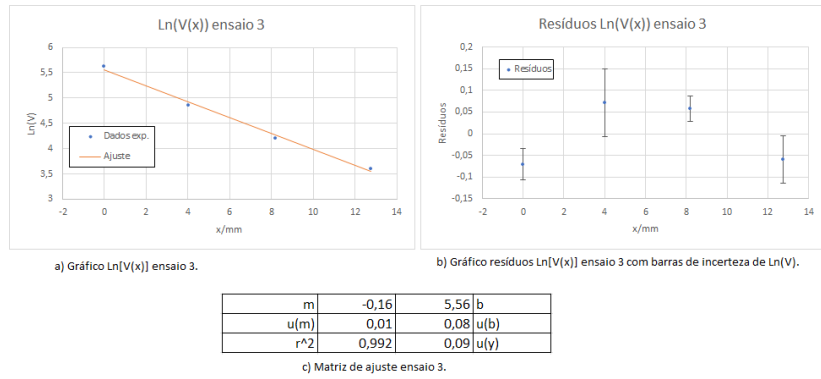


Figura 11: Valores obtidos para Ln[V(x)] ensaio 3.

Para o ensaio 3, obteve-se o ajuste na figura 11.

$$m = (-0.16 \pm 0.01) mm^{-1}$$

dando um valor de

$$\alpha = (0.16 \pm 0.01) mm^{-1}$$

$$Inc(\%) = 6\%$$

$$Er(\%) = 28\%$$

4 Resultados finais

4.1 Verificação da lei

para a verificação da relação de proporcionalidade, obtiveram-se os seguintes resultados:

	X expoente	Inc(%)	Er(%)
Gama 1	(-1,997±0,003)	0,17%	0,1%
Gama 2	(-1,930±0,007)	0,34%	3,50%

Figura 12: Valores obtidos para o declive.

Como valor final para o declive considero aquele que foi obtido na gama 1,

$$m = (-1.997 \pm 0.003)$$

$$Inc(\%) = 0.17\%$$

$$Er(\%) = 0.1\%$$

4.2 Determinação do coeficiente de absorção

Para a determinação do coeficiente de absorção, obteve-se:

		α / mm^{-1}	Inc(%)	Er(%)
Ensaio 1	Gama 1	(0,18±0,01)	6%	18%
	Gama 2	(0,080±0,008)	10%	64%
Ensaio 2		(0,179±0,007)	4%	18%
Ensaio 3		(0,16±0,01)	6%	28%

Figura 13: Valores obtidos para o coeficiente de absorção.

Como valor final para o coeficiente, considerou-se a média do valor obtido da gama 2 do ensaio 1 e do valor do ensaio 2, dando

$$\alpha = (0.18 \pm 0.01) \text{mm}^{-1}$$

$$Inc(\%) = 6\%$$

$$Er(\%) = 18\%$$

5 Conclusão

Quanto à verificação da lei, esta foi verificada com o bom nível de confiança, tendo obtido uma incerteza de 0.17% e um erro de 0.1% na gama 1 e uma incerteza de 0.34% e um erro de 3.5% para a gama 2, estando ambos os valores próximos do valor que queríamos alcançar (-2).

Quanto à determinação do coeficiente de absorção, obteve-se uma incerteza e um erro de 6% e 18% para a gama 1 do ensaio 1, 10% e 64% para a gama 2 do ensaio 1, 4% e 18% para o ensaio 2 e 6% e 28% para o ensaio 3, respetivamente. Comparando com os resultados obtidos por outros colegas, estes são inferiores, o que indica que a experiência poderá ter sido mal executada. Dentro dos possíveis problemas, realço que a distância do sensor à fonte poderá ter sido demasiado grande, o que pode implicar uma absorção de luz que passa ao lado dos filtros. Algo que também pode ter afetado o resultado foi o facto de os filtros serem constituídos por placas distintas, logo, a sobreposição destas implica sempre uma pequena fenda de ar entre as placas, que resultam em reflexões sucessivas.

Como valores finais, considere

$$m = (-1.997 \pm 0.003), Inc(\%) = 0.17\%, Er(\%) = 0.1\%$$

$$\alpha = (0.18 \pm 0.01) mm^{-1}, Inc(\%) = 6\%, Er(\%) = 18\%$$

6 Referências

Eq. (1) e (2): Protocolo da atividade experimental T3, Laboratórios de Física II.

7 Anexo

7.1 Equação de propagação de incertezas para o logaritmo

$$u[\ln(Y)] = \frac{u(Y)}{Y}$$

$$u[\log_{10}(Y)] = \frac{1}{\ln(10)} \frac{u(Y)}{Y}$$

7.2 Ensaio não considerado

Antes de termos realizado o ensaio que consideramos para verificar a lei, realizamos um outro ensaio sem termos tapado as barras metálicas, permitindo a reflexão da luz. Os valores obtidos foram os seguintes:

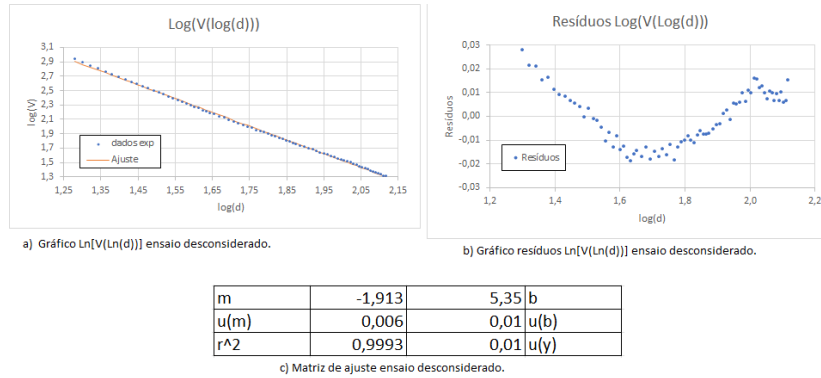


Figura 14: Valores obtidos para $\text{Ln}[\text{V}(\text{Ln}(d))]$ no ensaio desconsiderado.

Não foi realizada uma análise exaustiva dos dados obtidos neste ensaio. No entanto, pelo ajuste considerando todos os pontos obtidos, nota-se uma diferença no declive obtido, sendo este mais pequeno em módulo no caso do ensaio desconsiderado. Isto era o esperado, uma vez que um aumento de luz detetada pelo sensor devido à reflexão tende a ser mais predominante à medida de que o sensor se afasta da fonte.

7.3 Gráficos $\phi(d)$

Para ambos os ensaios feitos para verificar a lei, foram também registados os valores da diferença de fase entre os sinais lidos no osciloscópio em função da distância d .

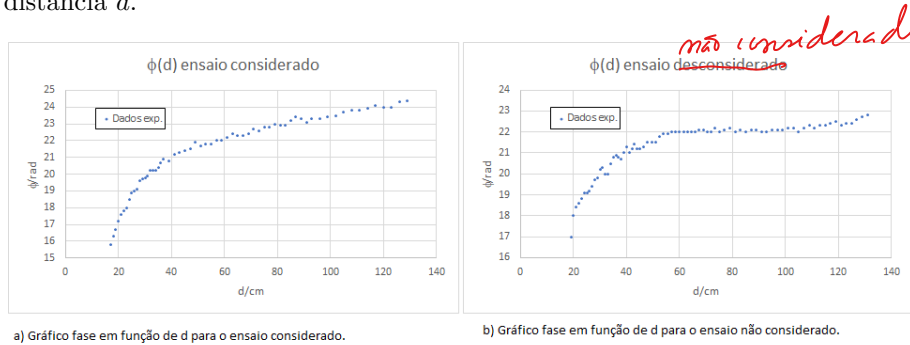


Figura 15: Gráficos de $\phi(d)$ para os ensaios executados.

É clara uma relação entre os dois, no entanto, a exploração dessa relação encontra-se fora do âmbito deste trabalho.