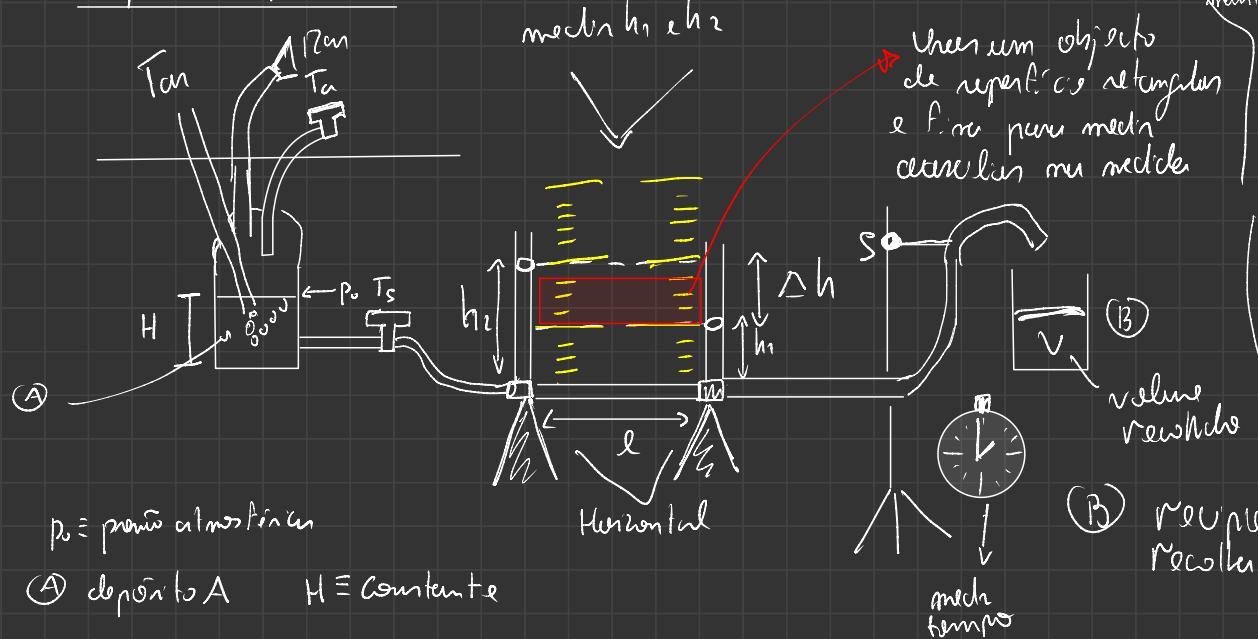


Determinación de la superficie de resedencia  
de agua para la de Peisenville

## Objectives

- Determinación del coeficiente de transferencia de agua usando el exámen de tubo capilar clínico

# Erinnerung Experimental



## Proceedments

- Medir  $\delta$  e  $R$  (interno) do tubo
  - Garantir que  $\delta$  está horizontal
  - Garantir que não é "estouros" no tubo
  - Definir a 1<sup>a</sup> fenda de S a aneladas

- Enclos o depósito A, exponente que mantém uma cultura contínua (enclos a cerca medie na pura descerro)

- Colwell & Roth

## Distribución de Tareas Sintéticas

- Excel
  - Medidas de h<sub>1</sub>, h<sub>2</sub>
  - Medidas de tempo
  - Medidas de Volume

- Sistematicamente que não  
hou bolhas ou  
entre lacunas

## Equaciones Importantes

$$Q = \frac{V}{\Delta E}$$

$$P = \rho g h \quad | \rho, g \text{ de los ambientes}$$

$$\Delta P = \rho g h_1 - \rho g h_2 = \rho g (h_1 - h_2)$$

$$P = \eta \frac{8l}{\pi R^4} Q$$

*momento hidráulico*

$$Q = \frac{\pi R^4}{h 8 l} P$$

$$V = \frac{\pi R^4}{h 8 l} P \Delta t$$

*OK*

$$\mu(h) = \left( \frac{n}{8} \right) \left[ \mu^2(R) \left( \frac{4R^3}{l_m} \right)^2 + \mu^2(l) \left( \frac{R^4}{l_m^2} \right)^2 + \mu^2(m) \left( \frac{R^4}{l_m^2} \right)^2 \right]^{1/2}$$

# Análise de Dados

- A temperaturas T variou no intervalo  $[22,6; 23,8]$  durante a realização da experiência.
- Esperava-se que houvesse a relação  $\eta = \frac{\pi R^4}{8 \ln h} P$

talvez não se verifique para  $\eta \equiv \eta(T)$

Parâmetros  
Físicos

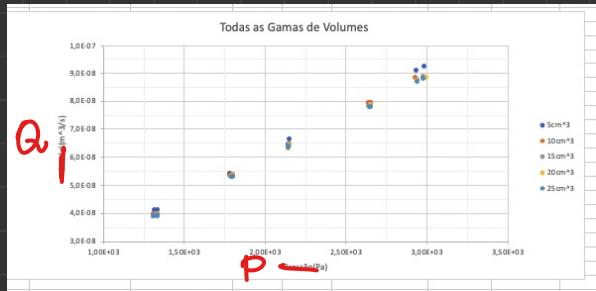
$$\left[ \begin{array}{l} \rho_{H_2O} = 997 \pm 44 \text{ kg/m}^3 \\ g = 9,8 \text{ m/s}^2 \\ R = 3,960 \times 10^{-4} \pm 5 \times 10^{-7} \text{ m} \\ L = 3,25 \times 10^1 \pm 1 \times 10^{-3} \text{ m} \end{array} \right]$$

1 Ensaio								
Vácuo (m³/s)	h (m)	incerteza	t (s)	incerteza	Q(m³/s)	incerteza	P(Pa)	incerteza
								T(°C)
5,00E-06	0,3050	0,0007	54	1	9,3E-08	9E-09	2,98E+03	1E+02
5,00E-06	0,2195	0,0007	75	1	6,7E-08	7E-09	2,15E+03	1E+02
5,00E-06	0,1349	0,0007	125	1	4,0E-08	4E-09	1,31E+03	6E+01
5,00E-06	0,0840	0,0007	93	1	5,4E-08	5E-09	1,80E+03	8E+01
5,00E-06	0,0520	0,0007	63	1	7,9E-08	8E-09	2,64E+03	1E+02
5,00E-06	0,02700	0,0007	128	1	3,9E-08	4E-09	1,33E+03	6E+01
5,00E-06	0,1365	0,0007	251	1	4,0E-08	4E-09	1,33E+03	6E+01
5,00E-06	0,3050	0,0007	113	1	8,8E-08	8E-09	2,98E+03	1E+02
5,00E-06	0,2195	0,0007	154	1	6,5E-08	6E-09	2,15E+03	1E+02
5,00E-06	0,1349	0,0007	253	1	4,0E-08	2E-09	1,31E+03	6E+01
5,00E-06	0,0840	0,0007	185	1	5,4E-08	3E-09	1,80E+03	8E+01
5,00E-06	0,0520	0,0007	126	1	7,9E-08	4E-09	2,64E+03	1E+02
5,00E-06	0,02700	0,0007	126	1	2,64E+03	1E+02	23,6	0,1
5,00E-06	0,1365	0,0007	251	1	4,0E-08	2E-09	1,33E+03	6E+01
5,00E-06	0,3045	0,0007	169	1	8,8E-08	3E-09	2,98E+03	1E+02
5,00E-06	0,2195	0,0007	231	1	6,5E-08	2E-09	2,15E+03	1E+02
5,00E-06	0,1340	0,0007	382	1	3,9E-08	1E-09	1,31E+03	6E+01
5,00E-06	0,0840	0,0007	280	1	5,4E-08	2E-09	1,80E+03	8E+01
5,00E-06	0,05200	0,0007	191	1	7,9E-08	3E-09	2,64E+03	1E+02
5,00E-06	0,1365	0,0007	376	1	4,0E-08	1E-09	1,33E+03	6E+01
2,00E-05	0,3060	0,0007	226	1	8,8E-08	2E-09	2,98E+03	1E+02
2,00E-05	0,2195	0,0007	310	1	6,5E-08	2E-09	2,15E+03	1E+02
2,00E-05	0,1340	0,0007	510	1	3,9E-08	1E-09	1,31E+03	6E+01
2,00E-05	0,0840	0,0007	374	1	5,3E-08	1E-09	1,80E+03	8E+01
2,00E-05	0,05200	0,0007	256	1	7,8E-08	2E-09	2,64E+03	1E+02
2,00E-05	0,1365	0,0007	501	1	4,0E-08	1E-09	1,33E+03	6E+01
2,00E-05	0,3045	0,0007	284	1	8,8E-08	2E-09	2,98E+03	1E+02
2,00E-05	0,2190	0,0007	391	1	6,4E-08	1E-09	2,14E+03	1E+02
2,00E-05	0,1340	0,0007	639	1	3,91E-08	8E-10	1,31E+03	6E+01
2,00E-05	0,0840	0,0007	469	1	5,3E-08	1E-09	1,80E+03	8E+01
2,00E-05	0,05205	0,0007	320	1	7,8E-08	2E-09	2,64E+03	1E+02
2,00E-05	0,1365	0,0007	630	1	3,97E-08	8E-10	1,33E+03	6E+01

2 Ensaio								
Vácuo (m³/s)	h (m)	incerteza	t (s)	incerteza	Q(m³/s)	incerteza	P(Pa)	incerteza
								T(°C)
5,00E-06	0,30	0,0007	55	1	9,1E-08	9E-09	2,93E+03	3E+02
5,00E-06	0,22	0,0007	77	1	6,5E-08	7E-09	2,14E+03	3E+02
5,00E-06	0,13	0,0007	121	1	4,1E-08	4E-09	1,31E+03	6E+01
5,00E-06	0,18	0,0007	92	1	5,4E-08	5E-09	1,78E+03	8E+01
5,00E-06	0,27	0,0007	63	1	7,9E-08	8E-09	2,65E+03	1E+02
5,00E-06	0,14	0,0007	121	1	4,1E-08	4E-09	1,33E+03	6E+01
1,00E-05	0,30	0,0007	113	1	8,8E-08	4E-09	2,92E+03	3E+02
1,00E-05	0,22	0,0007	156	1	6,4E-08	3E-09	2,14E+03	3E+02
1,00E-05	0,13	0,0007	250	1	4,0E-08	2E-09	1,31E+03	6E+01
1,00E-05	0,18	0,0007	186	1	5,4E-08	3E-09	1,78E+03	8E+01
1,00E-05	0,27	0,0007	126	1	7,9E-08	4E-09	2,65E+03	1E+02
1,00E-05	0,14	0,0007	251	1	4,0E-08	2E-09	1,33E+03	6E+01
1,50E-05	0,30	0,0007	171	1	8,8E-08	3E-09	2,94E+03	3E+02
1,50E-05	0,22	0,0007	235	1	6,4E-08	2E-09	2,14E+03	3E+02
1,50E-05	0,13	0,0007	382	1	3,9E-08	1E-09	1,31E+03	6E+01
1,50E-05	0,18	0,0007	282	1	5,3E-08	2E-09	1,78E+03	8E+01
1,50E-05	0,27	0,0007	191	1	7,9E-08	3E-09	2,65E+03	1E+02
1,50E-05	0,14	0,0007	381	1	3,9E-08	1E-09	1,33E+03	6E+01
2,00E-05	0,30	0,0007	229	1	8,7E-08	2E-09	2,94E+03	3E+02
2,00E-05	0,22	0,0007	315	1	6,3E-08	2E-09	2,14E+03	3E+02
2,00E-05	0,13	0,0007	511	1	3,9E-08	1E-09	1,31E+03	6E+01
2,00E-05	0,18	0,0007	374	1	5,3E-08	1E-09	1,79E+03	8E+01
2,00E-05	0,27	0,0007	254	1	7,9E-08	2E-09	2,65E+03	1E+02
2,00E-05	0,14	0,0007	511	1	3,9E-08	1E-09	1,33E+03	6E+01
2,50E-05	0,30	0,0007	287	1	8,7E-08	2E-09	2,94E+03	3E+02
2,50E-05	0,22	0,0007	393	1	6,4E-08	1E-09	2,14E+03	3E+02
2,50E-05	0,13	0,0007	638	1	3,92E-08	8E-10	1,31E+03	6E+01
2,50E-05	0,18	0,0007	469	1	5,3E-08	1E-09	1,79E+03	8E+01
2,50E-05	0,27	0,0007	320	1	7,8E-08	2E-09	2,65E+03	1E+02
2,50E-05	0,14	0,0007	637	1	3,92E-08	8E-10	1,33E+03	6E+01

tub 1

tub 2

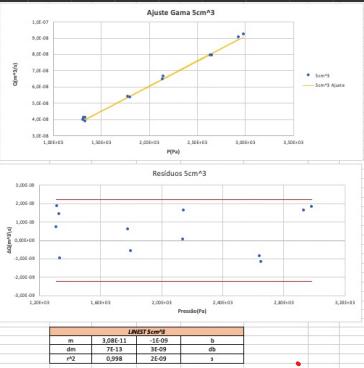


graf 1 (formato  $\Rightarrow$  2D)  
 GRAF 1 ( $O^5$  °):  

- demarcação pequena
- $\Rightarrow$  difícil achar a linha
- $\Rightarrow$  gerar a main, mais aproveitamento do graf 10

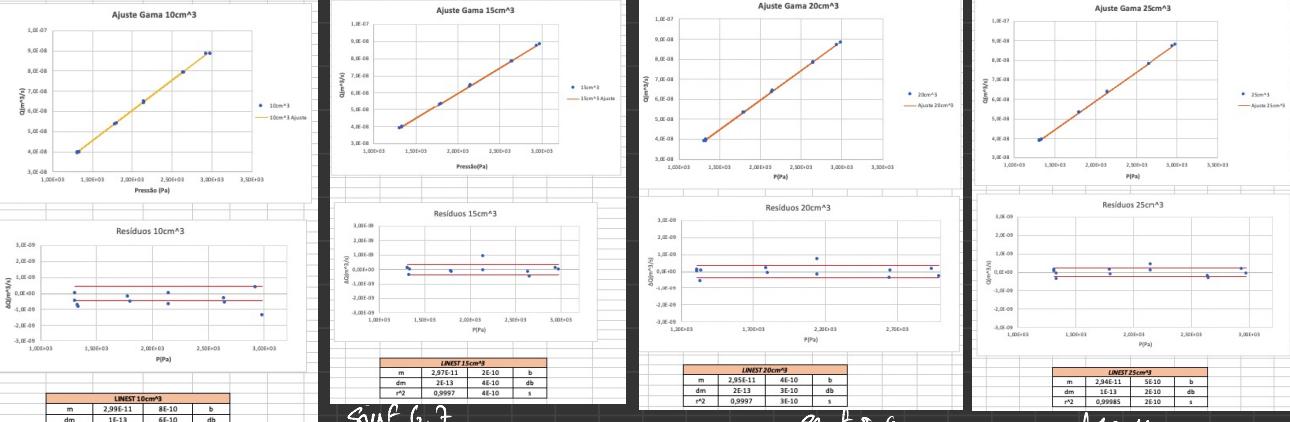
A pesar de preocupación de que a AT pudiere distorsion distorsion a distinción dos ciclos, nuna tendencia más linear, qualitativamente é un aspecto parece non ser preocupante. Por iso, vamos proceder a analise que levanos á determinación.

- Faltan  $\Delta Q$  e  $P$ , mas grafico P vs  $Q_{t,med}$
- Não consigo ver nada no grafico: aumentando, o texto aparece desfocado



graf 2,3  
tab 3

- Foram feitos ajustes para todos os gamas de volumes  $[5; 10; \dots; 25] \text{ cm}^3$
- Todos os grafos fazem o mesmo para a mesma escala de forma e seu nível compara-los
- É evidente que os resultados, para a gama  $V = 5 \text{ cm}^3$ , são muito mais despois do que para todos os outros gamas. Por isso os pontos desta gama não fazem parte da reta.



graf 4,5  
tab 4

graf 6,7  
tab 5

- O fator central é gera 1,140 que a gama de  $V = 5 \text{ cm}^3$  não segue exatamente para determinação do valor da viscosidade

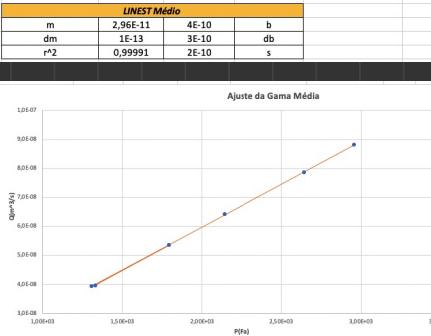
- Vai-se então fazer um ajuste para os mesmos dos valores medidos em cada alterada  $h_i$ ,  $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$

- Enas obtémos para esta análise no resultado para numerosas ligaçõe heito ver que para uma só menor, a altura da torneira é maior (esta menorização é feita por ordem das medidas q. fizemos)

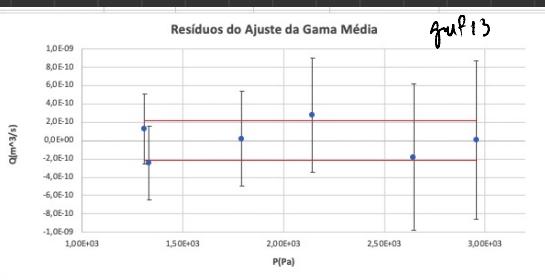
graf 8,9  
tab 6

As barra de incerteza nõ fazem obviamente para menor que o termo h da janela onde estão os grafos (em todos os outros graficos)

Gama de Valores Médios (exeto 5cm³)						
H(m) - Altura Torreña	Pmédico (Pa)	Incerteza	Qmédico (m³/s)	Incerteza	Qajuste (m³/s)	Erro
0,416	2,96E+03	4E+00	8,8E-01	9E-10	8,80E-08	5,5E-12
0,465	2,65E+03	3E+01	7,9E-01	8E-10	7,88E-08	1,8E-10
0,515	2,14E+03	3E+01	6,4E-01	6E-10	6,39E-08	2,8E-10
0,576	1,31E+03	2E+01	3,9E-01	4E-10	3,92E-08	1,3E-10
0,616	1,79E+03	2E+01	5,4E-01	5E-10	5,35E-08	1,9E-11
0,622	1,33E+03	2E+01	4,0E-01	4E-10	3,99E-08	2,5E-10



griff 12



gulf 13



- abb • Os grafos têm a mesma escala  
dezenas de formas a ver se  
é possível retrair com deusas nobra  
abq o comportamento de elas com base  
no comportamento das outras. Neste  
caso os resultados e a temperatura.

- Mas, a partir dos dados que se obteve não é possível relacionar a temperatura com os resultados

- Todos os pontos medidos  
não acertaram mais meia hora  
estão dentro do desvio padrão.  
~~X~~  
do ajuste, e os que não estão, estão  
muito próximos e com uma incerteza  
que interessa o intervalo dos desvios padrões.

- Tem - se antevés nesse momento  
Euros pronto para de terminar  
η a partir do chefe de direto adjunto

→ índice de t no significa supressão  
ordem pela qual se registram os dados?

## Tabela 10

"de referência" ( $T = \text{ambiente}$ )

$\eta$ ( $\text{kg m}^{-1} \text{s}^{-1}$ )	Incerteza	Min T (°C)	Max T (°C)	$\eta$ teórica (Min) (Pa s <sup>-1</sup> )	$\eta$ teórica (Max) (Pa s <sup>-1</sup> )
1,003E-03	8E-06	22,50	23,9	9,43E-04	9,13E-04

$$\eta_{\text{física}} (\text{Tmáx}) (\text{Pa s}^{-1})$$

$$\frac{\eta_{\text{física}} (\text{Tmáx})}{\eta (\text{T} = \text{Tmáx})} \approx 0,08$$

- Visto que a temperatura variou, não existe apenas um valor de  $\eta$  com q comparar com o mero. Mas, visto que o  $\eta$  experimental é calculado com base nos medidos, faz q cada medida tem conexão com temperatura, faz sentido também comparar com o  $\eta_{\text{física}} (\text{T} = \text{Tmáx})$ . Para além disso, verificar se o  $\eta$  experimental está algures entre o  $\eta (\text{Tmín})$  e  $\eta (\text{Tmáx})$ .

- Determinar-se que o coeficiente de variação

de  $\eta$  é  $\eta_{\text{exp}} = (1,003 \pm 0,008) \times 10^{-3} \text{ Pa.s}$

O erro  $E = |\eta_{\text{exp}} - \eta (\text{T} = \text{Tmáx})| = 7,06 \times 10^{-5} \text{ Pa.s}$   
e o percentual  $\epsilon \% = \frac{|\eta_{\text{exp}} - \eta (\text{T} = \text{Tmáx})|}{\eta (\text{T} = \text{Tmáx})} \approx 8\%$

$\eta_{\text{exp}} \notin [\eta (\text{T} = \text{Tmáx}); \eta (\text{T} = \text{Tmín})]$

$\% \text{erro} \rightarrow \in [^M \text{ref.}, \infty] \in [\dots, \dots]$

conclusão  $\rightarrow$  quantifique!

- Vérifiqu-se a relação linear de Pessenne
- A variação de temperatura, apesar de menor, afeta os resultados de uma maneira q deve ser analisada.
- Faz sentido determinar com confiança nos dados o valor da variação de  $\eta$  da figura

- O resultado obtido para  $\eta$  é relativamente próximo do valor de referência  $\eta (\text{T} = \text{Tmáx})$ .

No entanto, o erro percentual determinado não se encontra no intervalo previsto, mesmo contando dentro a incerteza.

- Em outras quipes para temperaturas diferentes, os valores de  $\eta$  foram semelhantes, logo sugere-se que se confunde a temperatura em uma escala ou não calculado.