


Décima primeira aula de laboratório de ME5330

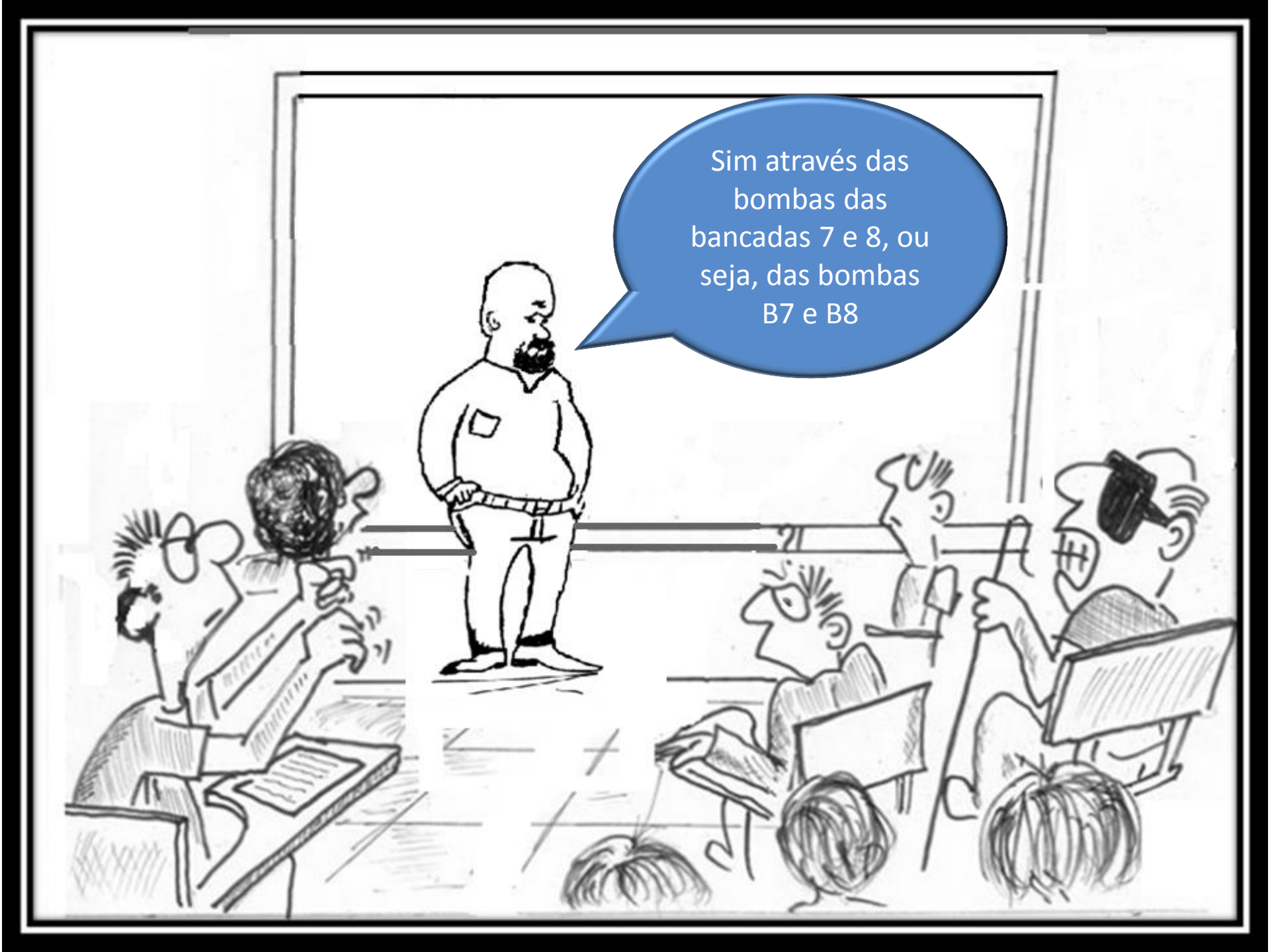
Segundo semestre de
2014



A black and white cartoon illustration of a lecture hall. A man with a beard and a white shirt stands at the front, addressing a group of people seated at desks. The audience members are shown in profile, some looking towards the speaker. Two blue speech bubbles are overlaid on the image. The top one is positioned near the speaker, and the bottom one is near the audience.

Experiência da
associação em
paralelo de
bombas

É possível
visualizar esta
associação em
paralelo no
laboratório?



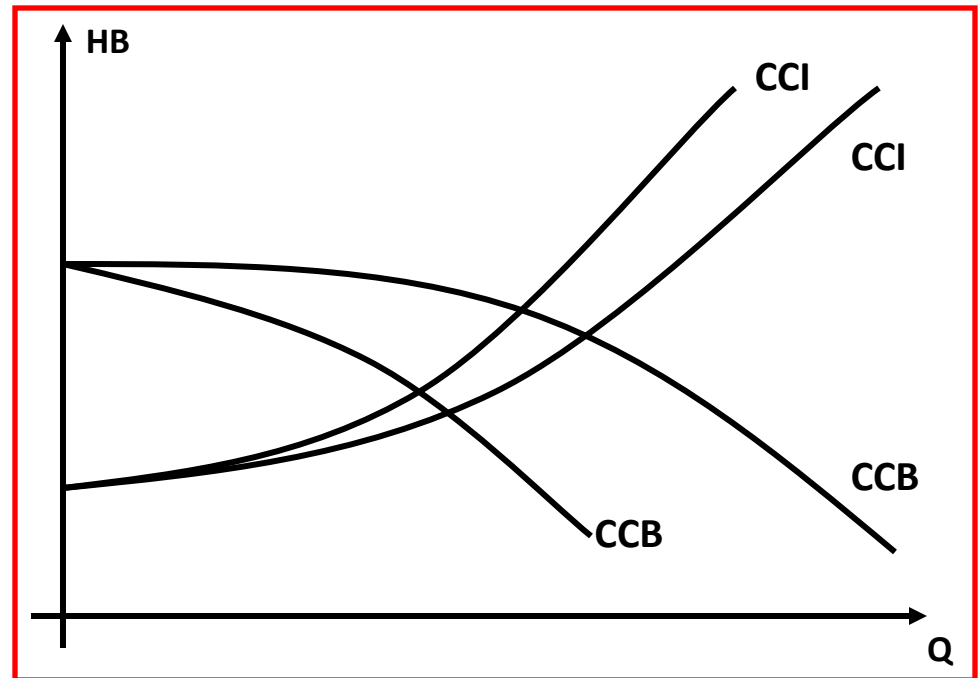
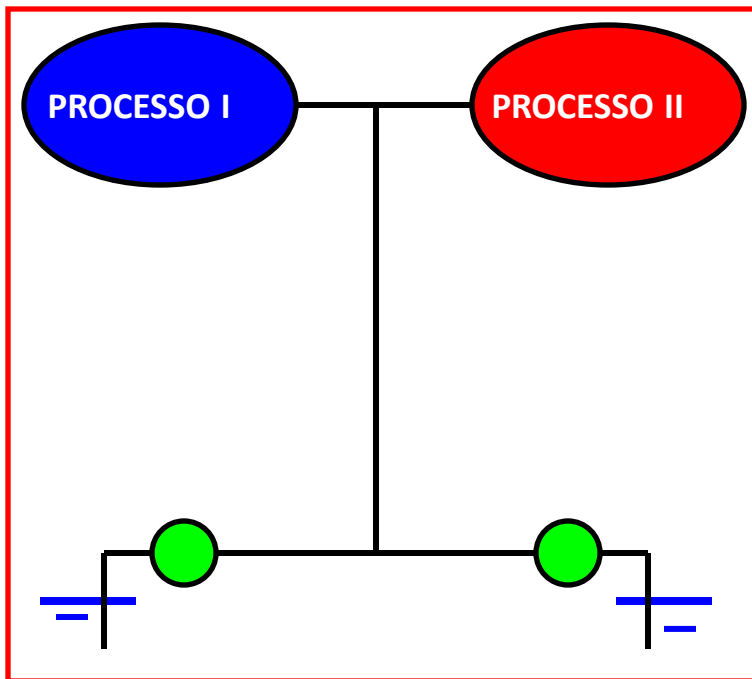
Sim através das
bombas das
bancadas 7 e 8, ou
seja, das bombas
B7 e B8

ASSOCIAÇÃO EM PARALELO DE BOMBAS:

 QUANDO É NECESSÁRIA?

 OBTENÇÃO DE UMA MAIOR VAZÃO “Q”...

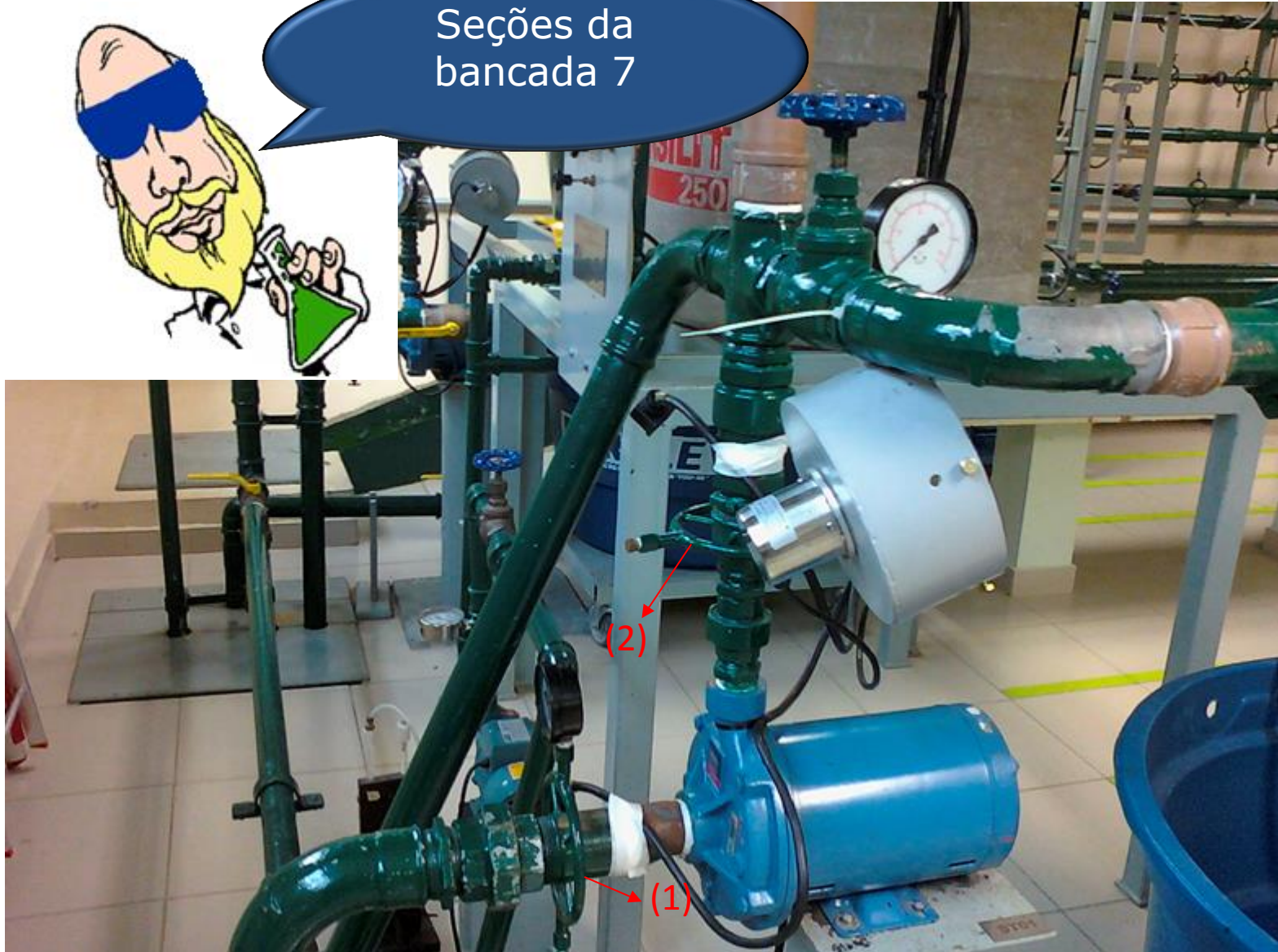
 VARIAÇÃO NO PROCESSO...



Objetivo: determinação da curva $H_{Bap} = f(Q_a)$ através das bancadas 7 e 8 do laboratório de mecânica dos fluidos do Centro Universitário da FEI



Seções da bancada 7



BANCADA 8



**Novamente
a bancada 8**



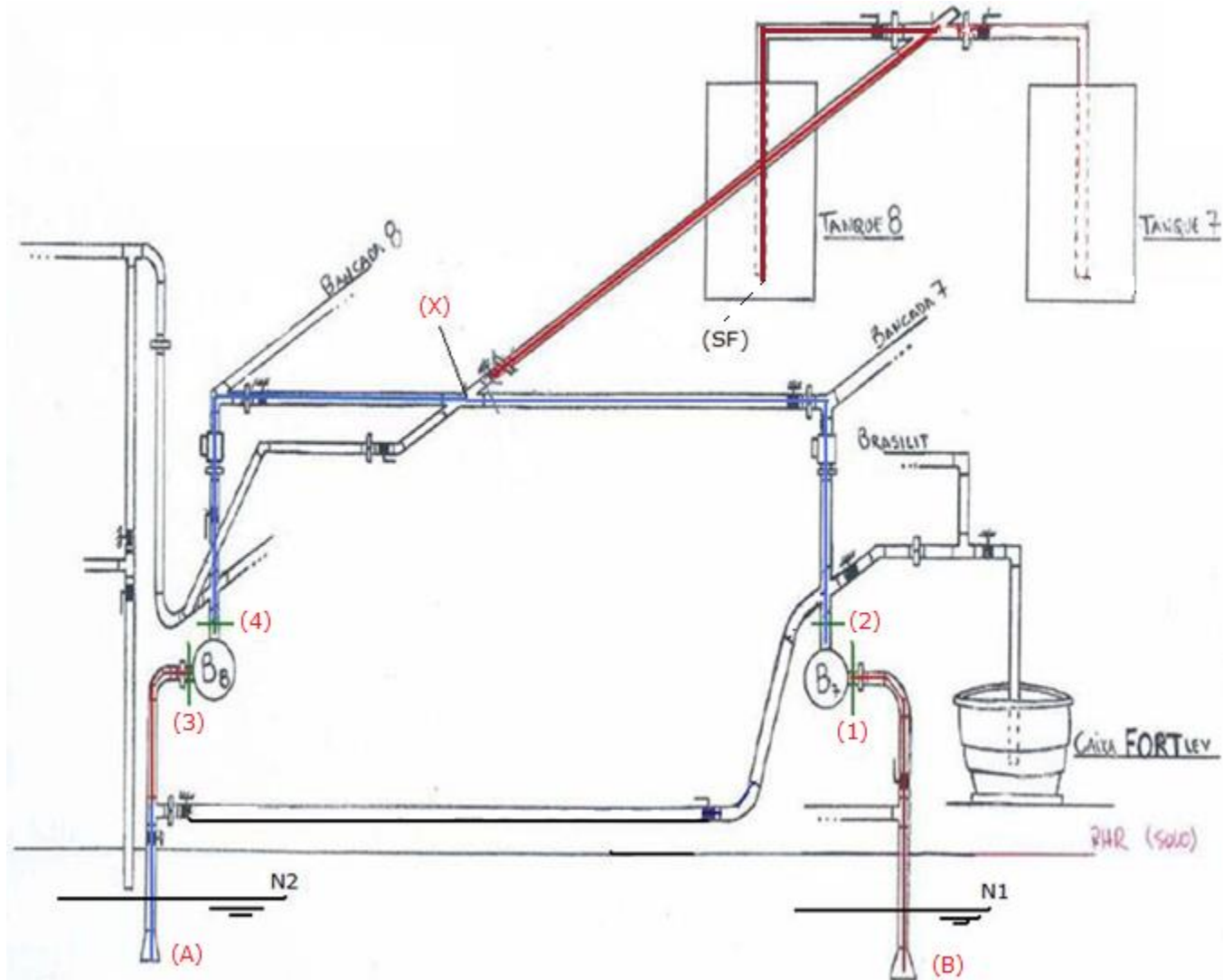
Considera-se as seções (1) e (2), respectivamente a entrada e a saída da bomba da bancada 7 e as seções (3) e (4), respectivamente a entrada e a saída da bancada 8, como mostra a figura a seguir.



As fotos abaixo mostram o caminho percorrido pela água na associação em paralelo das bombas da bancada 7 (B7) e da bancada 8 (B8).



Esquemáticamente



Efetutando-se um balanço de potências entre as seções (1), (3) e (sf), obtém-se a equação I:

$$\gamma Q_{B7} H_1 + \gamma Q_{B8} H_3 + \gamma Q_{B7} H_{B7} + \gamma Q_{B8} H_{B8} = \gamma(Q_{B7} + Q_{B8}) H_{SF} + \gamma Q_{B7} H_{p_{2-X}} + \gamma Q_{B8} H_{p_{4-X}} + \gamma(Q_{B7} + Q_{B8}) H_{p_{X-SF}}$$

Equação I

Por outro lado, ao se efetuar um balanço de potências entre as seções (2), (4) e (sf), obtém-se a equação II:

$$\gamma Q_{B7} H_2 + \gamma Q_{B8} H_4 = \gamma(Q_{B7} + Q_{B8}) H_{SF} + \gamma Q_{B7} H_{p_{2-X}} + \gamma Q_{B8} H_{p_{4-X}} + \gamma(Q_{B7} + Q_{B8}) H_{p_{X-SF}}$$

Equação II

Observação: nas equações I e II "X" corresponde a cruzeta onde as vazões se unem.

De (II) em (I) e sabendo-se que o peso específico é constante, tem-se:



$$\gamma Q_{B7} H_1 + \gamma Q_{B8} H_3 + \gamma Q_{B7} H_{B7} + \gamma Q_{B8} H_{B8} = \gamma Q_{B7} H_2 + \gamma Q_{B8} H_4$$

A soma $\gamma Q_{B7} H_{B7} + \gamma Q_{B8} H_{B8} = \gamma Q_{ap} H_{B_{ap}}$, portanto:

$$\gamma Q_{B7} H_1 + \gamma Q_{B8} H_3 + \gamma Q_{ap} H_{B_{ap}} = \gamma Q_{B7} H_2 + \gamma Q_{B8} H_4$$

$$H_{B_{ap}} = \frac{1}{Q_{ap}} \times [Q_{B7} \times (H_2 - H_1) + Q_{B8} \times (H_4 - H_3)]$$

Como os nossos medidores de vazão eletromagnéticos não estão em operação, vamos considerar:



$$Q_{B7} = Q_{B8} = \frac{Q_{ap}}{2}$$

$$H_{B_{ap}} = \frac{1}{2} \times [(H_2 - H_1) + (H_4 - H_3)]$$

No desenvolvimento da experiência, deve-se obter a rotação do conjunto motobomba através de um tacômetro.



As pressões nas seções (1), (2), (3) e (4) são obtidas lendo as pressões nos manômetros metálicos tipo Bourdon e corrigindo seus valores lidos.



Bancada 8

Bancada 7



	P barométrica (.....)	P _{m1} (.....)	P _{m2} (.....)	n _{B7} (rpm)	P _{m3} (.....)	P _{m4} (.....)	n _{B8} (rpm)	Δh (mm)	t (s)	
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
Cotas:	PHR no chão	Cota do centro do manômetro até o eixo na seção (1)	Cota do centro do manômetro até o eixo na seção (2)	Cota do centro do manômetro até o eixo na seção (3)	Cota do centro do manômetro até o eixo na seção (4)					
z ₁ (m)		h ₁ (cm)	h ₂ (cm)	h ₃ (cm)	h ₄ (cm)					
z ₂ (m)										
z ₃ (m)										
z ₄ (m)										
Dados da tubulação:										
	D _H (m)	A seção livre (m ²)	Propriedades da água a°C:							
2"	0,0525	0,00217	μ (kg/m.s)	ρ (kg/m ³)	p _{vapor} (Pa)					
1.5"	0,0408	0,00131							17	

Importante:

após os ensaios deve-se comparar a curva $H_{Bap} = f(Q_{ap})$ obtida na prática com a obtida pelo Excel a partir dos dados de catálogos das bombas B7 e B8, que no caso são iguais e para a rotação de 3500 rpm apresentam as seguintes características:

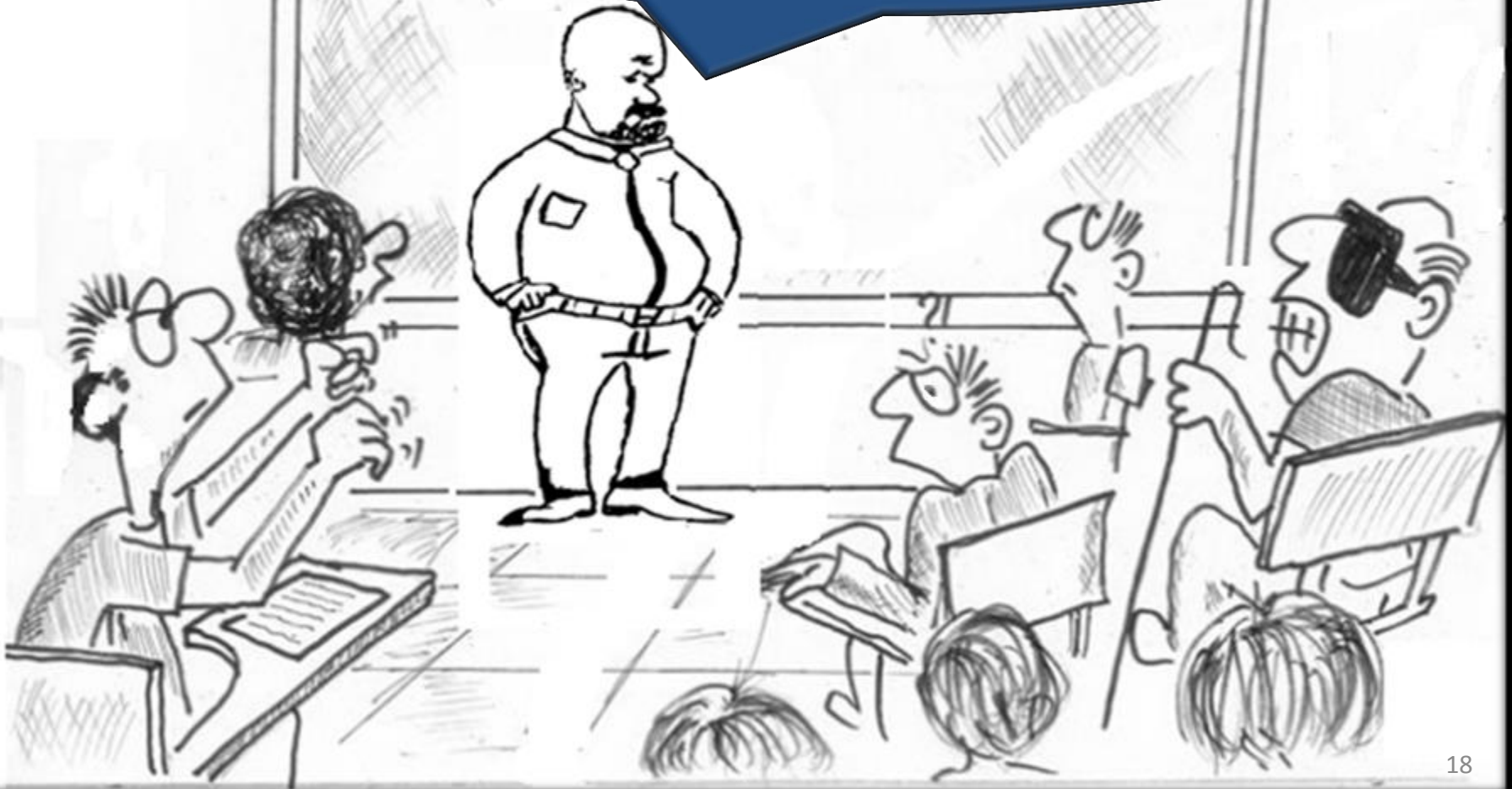


Tabela de dados obtida com o fabricante das bombas da bancada 7 e 8, que teoricamente são iguais.



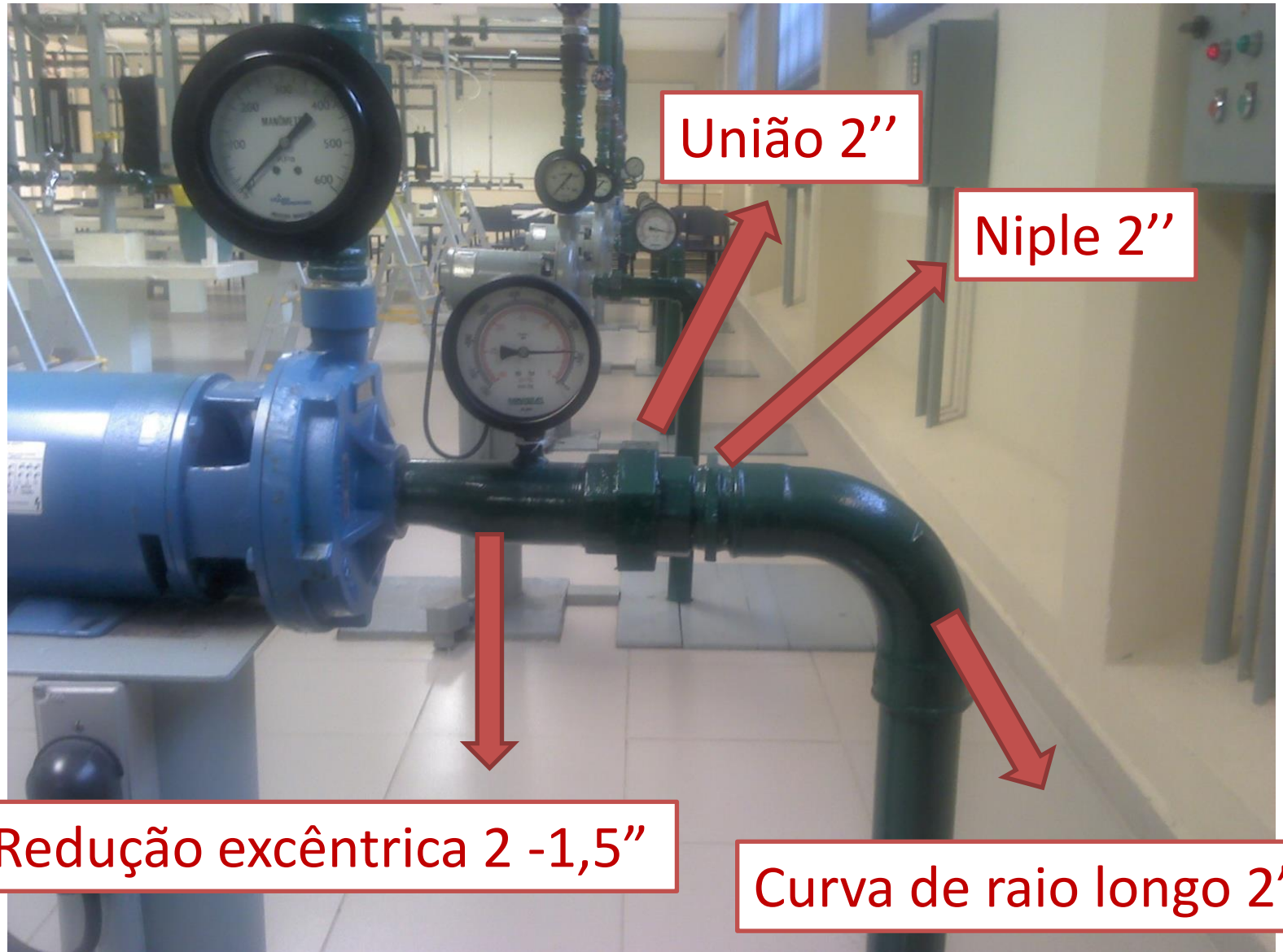
Q fab.	Hb fab.
(m ³ /h)	(m)
0	39,5
2	39,5
4	39
6	37,5
8	35
10	33
12	30
14	26,5
16	21,5

Vamos agora propor um exercício para determinação do $NPSH_{\text{disponível}}$ e verificação do fenômeno de recirculação e que deve ser entregue no final da aula.



Um exercício ligado com a bancada 6 cujas informações encontram-se nos dois slides seguintes.





Redução excêntrica 2 -1,5"

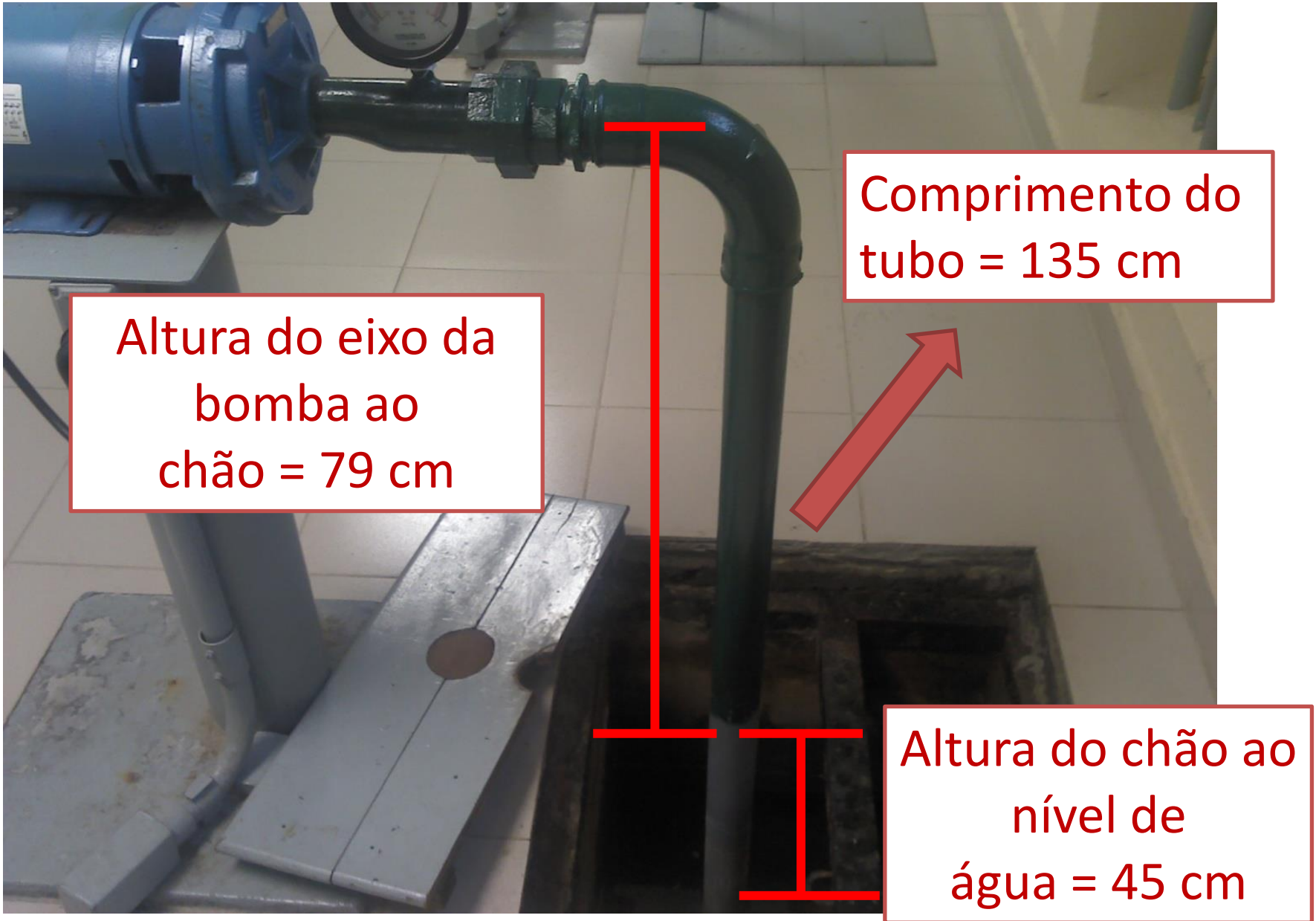
União 2"

Niple 2"

Curva de raio longo 2"

Existe ainda a válvula de poço da Mipel que inicia a tubulação antes da bomba, que no caso é uma tubulação de sucção.





Altura do eixo da bomba ao chão = 79 cm

Comprimento do tubo = 135 cm

Altura do chão ao nível de água = 45 cm

Considerando a bancada 6 e os dados anteriores, pede-se para uma vazão igual a $0,578 \text{ L/s}$ o $\text{NPSH}_{\text{disponível}}$ e uma reflexão sobre o fenômeno de recirculação.

Existe mais algum dado?

Sim a curva da bomba utilizada na bancada.



Bancada 6 do laboratório - sala ISO1 do Centro Universitário da FEI



ALTURA MANOMETRICA TOTAL EM METROS													
MODELO	CV	14	16	18	20	22	24	26	28	30	35	40	45
RF-5	1.5	12,0	11,0	10,5	10,0	9,5	9,0	8,0	7,0	5,0			
RF-6	2.0			12,8	12,5	12,0	11,5	11,0	10,5	9,6	7,0		
RF-7	3.0								13,5	12,8	11,5	9,2	6,0
VAZÃO EM METROS CÚBICOS POR HORA													

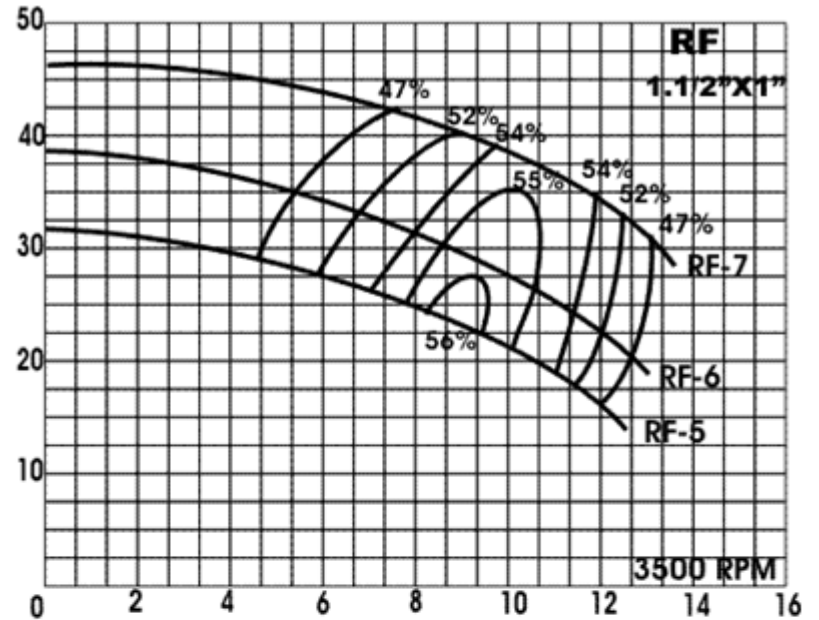
No nosso caso é a RF - 6

RUDC INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA

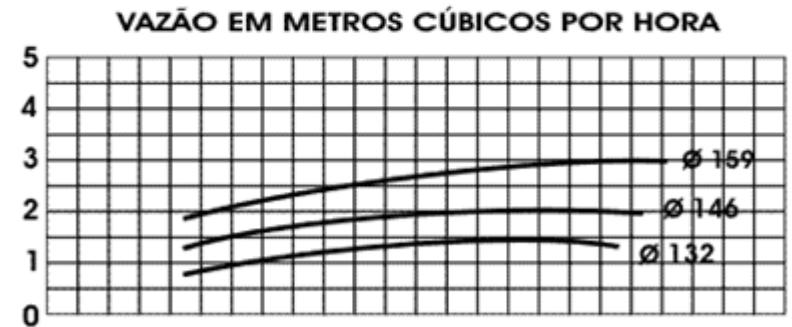
CURVA RF



ALTURA MANOMÉTRICA (METROS)



POTÊNCIA (CV)



NPSH (METROS)

