

## Primeira aula de laboratório de ME5330 – 03/02/2015

Nesta aula objetivo falar da curva característica da bomba (CCB) e da curva característica da instalação e mencionar como podemos obter suas equações.

CCB = representa a carga manométrica que a bomba fornece ao fluido em função da sua vazão, é representada geralmente pela equação:  $H_B = A \times Q^2 + B \times Q + C$  e é obtida através dos dados fornecidos pelo fabricante da bomba hidráulica.

CCI = representa a carga que o fluido necessita para escoar através da instalação considerada com uma dada vazão, é representada geralmente pela equação:

$$H_S = A \times Q^2 + B \times Q + C \text{ e é obtida pelo projetista da instalação.}$$

### Exemplo 2:

1ª Questão – As bombas idênticas instaladas na casa de máquina (página 2) de uma instalação de bombeamento apresentam as seguintes características:

Q (m³/h)	0	5,8	9,5
H <sub>B</sub> (m)	26	25	18,7

Na operação do **processo I** que funciona em dois turnos de 6 horas a instalação de bombeamento opera com uma única bomba e apresenta as seguintes características:

Q (m³/h)	0	7,82	10,52
H <sub>S</sub> (m)	1,26	7,67	11,77

Obter a equação da CCB e da CCI a  
“mão” e no Excel

Esta questão fez parte da  
P2 do segundo semestre



### Resolvendo a "mão"

$$\text{CCB} \rightarrow H_B = A \times Q^2 + B \times Q + C$$

$$1^{\text{a}} \text{CC} \rightarrow Q = 0 \Rightarrow H_B = 26\text{m} \Rightarrow \text{ponto de shut off}$$

$$26 = A \times 0 + B \times 0 + C \therefore C = 26\text{m}$$

$$2^{\text{a}} \text{CC} \rightarrow Q = 5,8 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \Rightarrow H_B = 25\text{m}$$

$$25 = A \times 5,8^2 + B \times 5,8 + 26$$

$$-1 = A \times 5,8^2 + B \times 5,8 \therefore B = -\frac{1}{5,8} - 5,8 \times A \Rightarrow \text{(I)}$$

$$3^{\text{a}} \text{CC} \rightarrow Q = 9,5 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \Rightarrow H_B = 18,7\text{m}$$

$$18,7 = A \times 9,5^2 + B \times 9,5 + 26$$

$$-7,3 = A \times 9,5^2 + B \times 9,5 \therefore B = -\frac{7,3}{9,5} - 9,5 \times A \Rightarrow \text{(II)}$$

$$\text{De (I) = (II), origina : } -\frac{7,3}{9,5} - 9,5 \times A = -\frac{1}{5,8} - 5,8 \times A$$

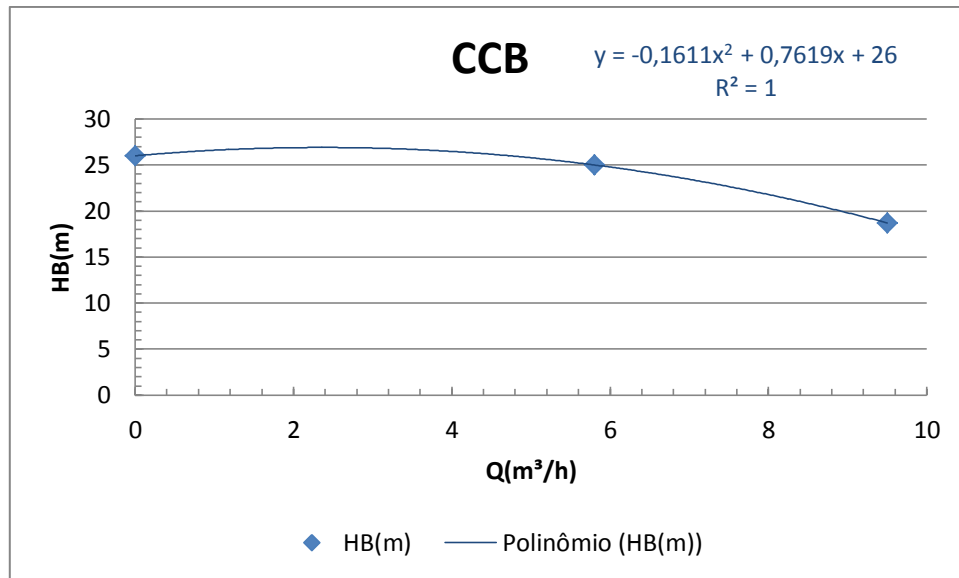
$$-9,5 \times A + 5,8 \times A = -\frac{1}{5,8} + 9,5 \times A \Rightarrow A = \frac{0,596007259}{-3,7} \cong -0,1611 \frac{\text{h}^2}{\text{m}^5}$$

$$B = -\frac{7,3}{9,5} - 9,5 \times (-0,161083043) \therefore B \cong 0,7619 \frac{\text{h}}{\text{m}^2}$$

$$\text{CCB} \rightarrow H_B = -0,1611 \times Q^2 + 0,7619 \times Q + 26$$

### Resolvendo pelo Excel

Q(m <sup>3</sup> /h)	HB(m)
0	26
5,8	25
9,5	18,7



Devemos observar que a CCB decresce.



### Obtendo a equação da CCI a "mão"

$$\text{CCI} \rightarrow H_B = A \times Q^2 + B \times Q + C$$

$$1^{\text{a}} \text{CC} \rightarrow Q = 0 \Rightarrow H_S = 1,26\text{m} \Rightarrow \text{carga estática}$$

$$1,26 = A \times 0 + B \times 0 + C \therefore C = 1,26\text{m}$$

$$2^{\text{a}} \text{CC} \rightarrow Q = 7,82 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \Rightarrow H_B = 7,67\text{m}$$

$$7,67 = A \times 7,82^2 + B \times 7,82 + 1,26$$

$$\frac{6,41}{7,82} - 7,82 \times A = B \Rightarrow \text{(I)}$$

$$3^{\text{a}} \text{CC} \rightarrow Q = 10,52 \frac{\text{m}^3}{\text{h}} \Rightarrow H_B = 11,77\text{m}$$

$$11,77 = A \times 10,52^2 + B \times 10,52 + 1,26$$

$$\frac{10,51}{10,52} - 10,52 \times A = B \Rightarrow \text{(II)}$$

$$\text{De (I) = (II), origina : } \frac{10,51}{10,52} - 10,52 \times A = \frac{6,41}{7,82} - 7,82 \times A$$

$$10,52 \times A - 7,82 \times A = \frac{10,51}{10,52} - \frac{6,41}{7,82} \Rightarrow A = \frac{0,179356335}{2,7} \cong 0,06643 \frac{\text{h}^2}{\text{m}^5}$$

$$B = \frac{10,51}{10,52} - 10,52 \times (0,066428272) \therefore B \cong 0,3002 \frac{\text{h}}{\text{m}^2}$$

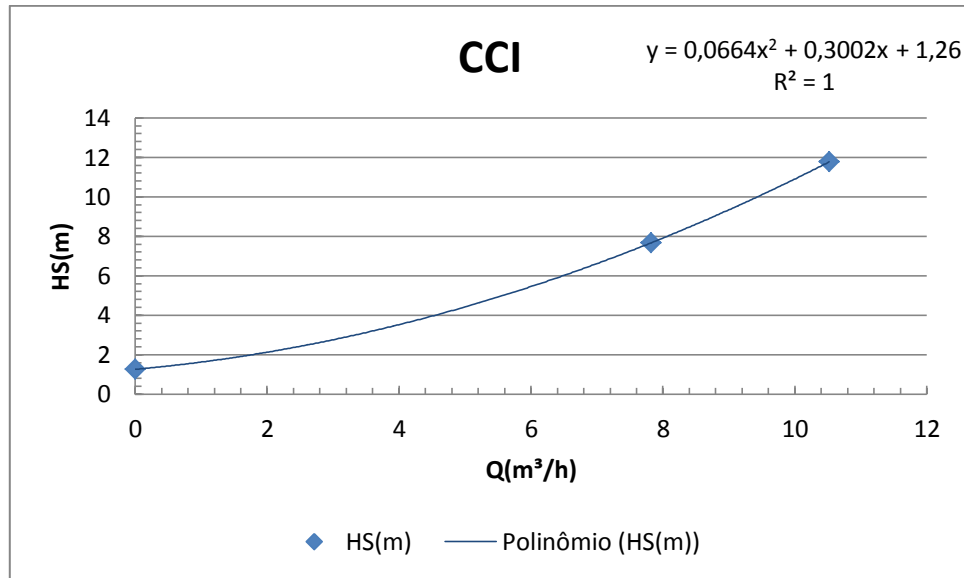
$$\text{CCI} \rightarrow H_S = 0,06643 \times Q^2 + 0,3002 \times Q + 1,26$$

Devemos observar que enquanto a CCB decresce a CCI cresce e isto possibilitará o cruzamento das mesmas e é nele que definimos o ponto de trabalho da bomba.



## Resolvendo pelo Excel

Q(m³/h)	HS(m)
0	1,26
7,82	7,67
10,52	11,77

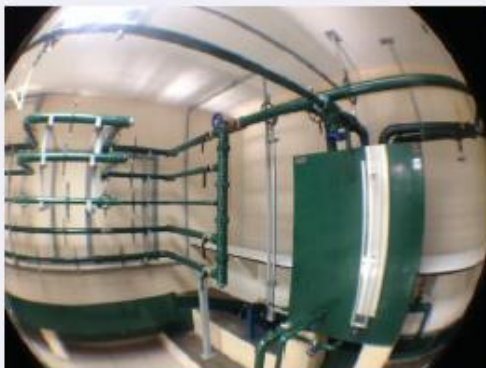
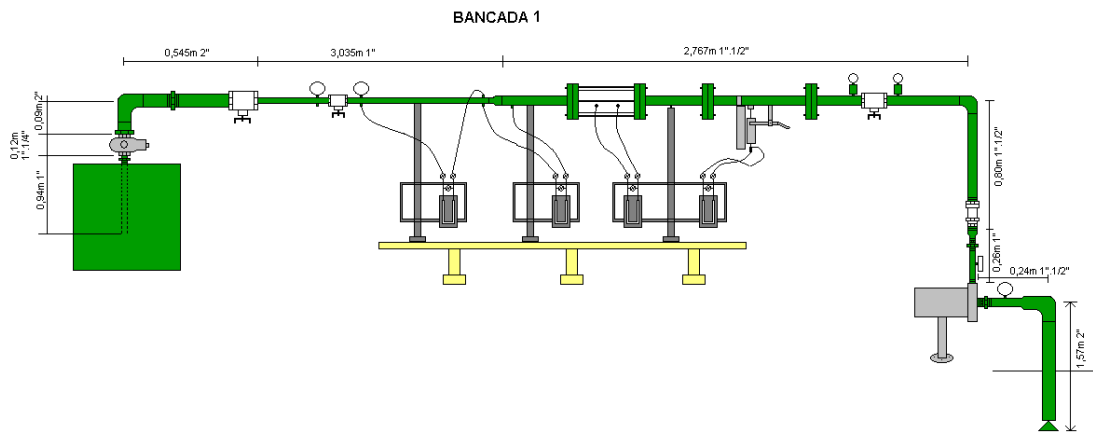


Devemos observar que a CCI cresce.



Pesquisa: encontrar um artigo técnico escrito pelos engenheiros da USP Piracicaba e que demonstra que a curva  $HB = f(q)$  é melhor representada por uma equação do terceiro grau!

Para a segunda aula, vamos refletir sobre a bancada de laboratório e as possíveis experiências que podem ser desenvolvidas através dela.



**Cada equipe deve se dirigir para a bancada e em 20 minutos coletar dados relacionados aos conceitos abordados na aula de teoria e elaborar uma pergunta que será respondida por mim através dos dados coletados**