

Nona aula

15/04/2008

Maneira tradicional

Escreve-se a equação da energia da seção inicial à seção final e a deixa em função da vazão (Q) e dos coeficientes de perda de carga distribuída (" f ")

Adotando o PHR no nível d'água,
calcula-se a carga inicial e a final:

$$H_{\text{inicial}} = 0$$

$$H_{\text{final}} = 1,26 + \frac{Q^2}{2 \times 9,8 \times (21,7 \times 10^{-4})^2}$$

$$H_{\text{final}} = 1,26 + 10834,89 \times Q^2$$

Calcula-se as perdas e para a instalação tem-se:

$$H_{p_{total}} = H_{p_{2''}} + H_{p_{1,5''}} + H_{p_{1''}}$$

Trecho de 2"

Diâmetros Internos		Área da seção livre		
D 2" (mm)	52,5	A 2" (cm ²)		21,7

Comprimentos da tubulação			
Tubulação de 2" antes da B		L2" (m)	1,88
Tubulação de 2" depois da B		L2" (m)	7,49

Tubulação de 2" antes da bomba		
Singularidades	Nº no desenho	Leq (m)
Válvula de pé com crivo	1	14
Válvula gaveta plena	2	0,7
Niple	3	0,01
Tê fluxo direto	4	0,33
Curva	5	1,04
Niple	6	0,01
União	7	0,01
ΣLeq 2" (m)		16,1

Tubulação de 2" depois da bomba		
Singularidades	Nº no desenho	Leq (m)
Niple	33	0,01
Válvula globo	34	17,68
Niple	35	0,01
União	36	0,01
Tê saída lateral	37	2,74
Niple	38	0,01
União	39	0,01
Niple	40	0,01
Válvula esfera	41	0,7
Curva	42	1,04
Saída de tubulação	43	1,5
ΣLeq 2" (m)		23,72

$$H_{p2''} = H_{p2''_{aB}} + H_{p2''_{dB}}$$

$$H_{p2''_{aB}} = f_{2''} \times \frac{(1,88 + 16,1)}{0,0525} \times \frac{Q^2}{2 \times 9,8 \times (21,7 \times 10^{-4})^2}$$

$$H_{p2''_{aB}} = f_{2''} \times 3710691,461 \times Q^2$$

$$H_{p2''_{dB}} = f_{2''} \times \frac{(7,49 + 23,72)}{0,0525} \times \frac{Q^2}{2 \times 9,8 \times (21,7 \times 10^{-4})^2}$$

$$H_{p2''_{dB}} = f_{2''} \times 6441083,455 \times Q^2$$

Trecho de 1,5"

Diâmetros Internos		Área da seção livre		
D 1.5" (mm)	40,8	A 1.5" (cm ²)		13,1

Comprimentos da tubulação			
Tubulação de 1,5"		L 1½" (m)	2,62

Tubulação de 1.5"		
Singularidades	Nº no desenho	Leq (m)
Redução 2x1.5"	8	0,45
Niple	13	0,01
Válvula Retenção vertical	14	17,07
Niple	15	0,01
Cruzeta lateral	16	2,02
Niple	17	0,01
Válvula esfera plena	18	0,55
Niple	19	0,01
Te saída lateral	20	2,06
Niple	21	0,01
Curva	22	0,82
Cotovelo 90°	23	1,41
União	24	0,01
Niple	25	0,01
Válvula esfera plena	26	0,55
Niple	27	0,01
Cotovelo 90	28	1,41
Niple	29	0,01
Cruzeta lateral	30	0,3
Niple	31	0,01
Luva ampliação 1½"x2"	32	0,38
ΣLeq 1.½" (m)		27,12

$$H_{p1,5'' \text{ dB}} = f_{1,5''} \times \frac{(2,62 + 27,12)}{0,0408} \times \frac{Q^2}{2 \times 9,8 \times (13,1 \times 10^{-4})^2}$$

$$H_{p1,5'' \text{ dB}} = f_{1,5''} \times 21671158,99 \times Q^2$$

Trecho de 1"

Diâmetros Internos		Área da seção livre		
D 1" (mm)	26,6	A 1" (cm ²)		5,57

Comprimentos da tubulação			
Tubulação de 1"		L1" (m)	0

Tubulação de 1"		
Singularidades	Nº no desenho	Leq (m)
Niple	9	0,01
União	10	0,01
Niple	11	0,01
Ampliação 1x1½"	12	0,32
ΣLeq 1" (m)		0,35

$$H_{p1'' \text{ dB}} = f_{1''} \times \frac{(0 + 0,35)}{0,0266} \times \frac{Q^2}{2 \times 9,8 \times (5,57 \times 10^{-4})^2}$$

$$H_{p1'' \text{ dB}} = f_{1''} \times 2163814,097 \times Q^2$$

Portanto a equação da CCI
será:

$$H_S = 1,26 + 10834,89 \times Q^2 + f_2'' \times 3710691,461 \times Q^2 + \\ f_2'' \times 6441083,455 \times Q^2 + f_{1,5}'' \times 21671158,99 \times Q^2 + \\ f_1'' \times 2163814,097 \times Q^2$$

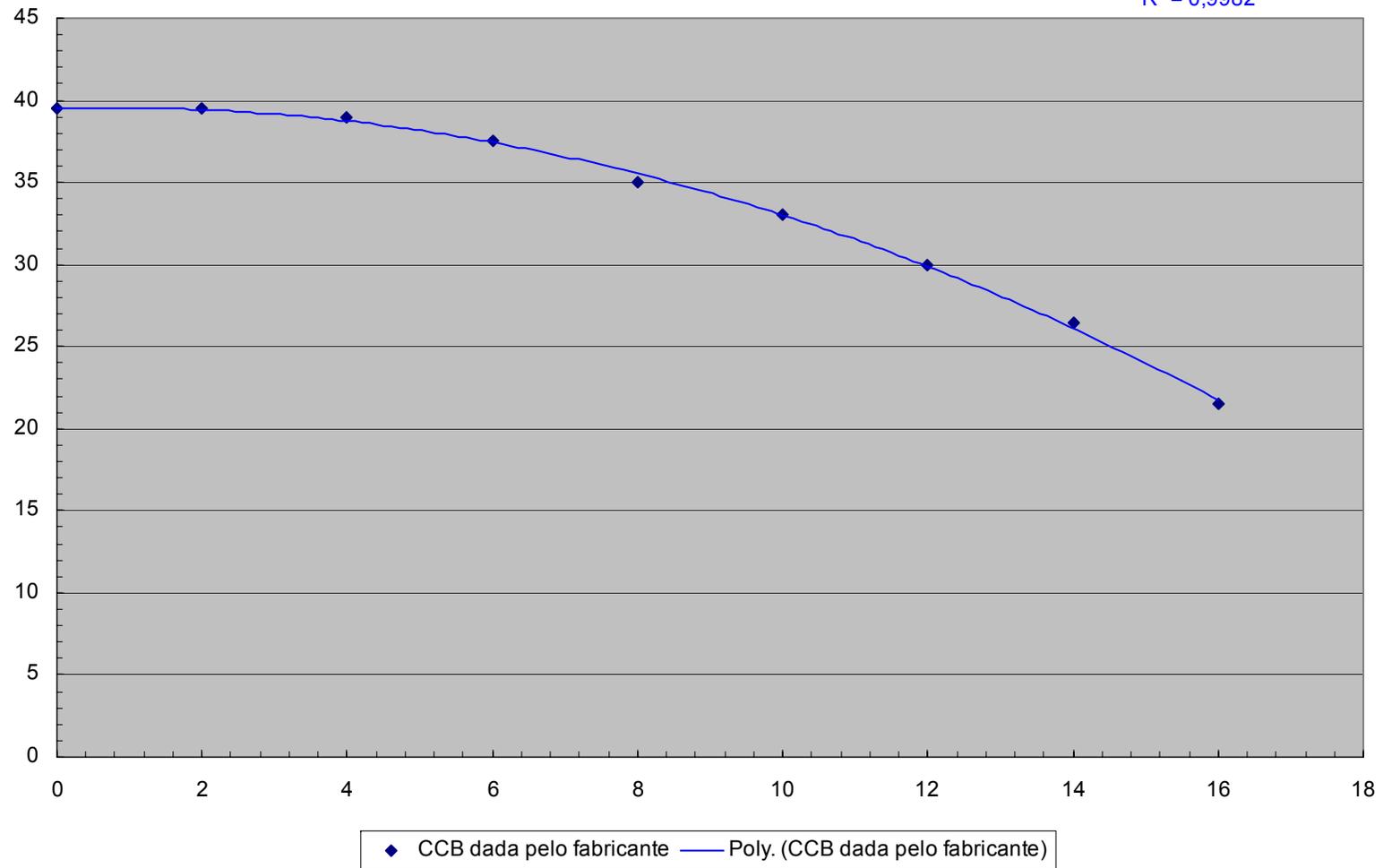
Obtendo o ponto de trabalho

A seguir tem-se os dados fornecidos pelo fabricante para 3500rpm

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

CCB dada pelo fabricante

$$y = -0,0767x^2 + 0,1174x + 39,5$$
$$R^2 = 0,9982$$



Para se obter o ponto de trabalho deve-se com as propriedades do fluido determinar os "f" e aí se obter a tabela que dará origem a CCI

água a
15°C

$\mu =$ 0,001153 kg/ms

$\rho =$ 998,84 kg/m³

$p_{\text{vapor}} =$ 1704,74 Pa

f2'	valor	f1,5"	valor	f1'	valor	Q (l/s)	Q (m ³ /h)
1	0,031125	1	0,0299	1	0,028781	0,555556	2
2	0,026961	2	0,026356	2	0,026276	1,111111	4
3	0,025107	3	0,024827	3	0,02527	1,666667	6
4	0,024015	4	0,023948	4	0,024719	2,222222	8
5	0,023282	5	0,02337	5	0,02437	2,777778	10
6	0,022752	6	0,022959	6	0,024128	3,333333	12
7	0,022348	7	0,022651	7	0,023951	3,888889	14
8	0,02203	8	0,022411	8	0,023815	4,444444	16

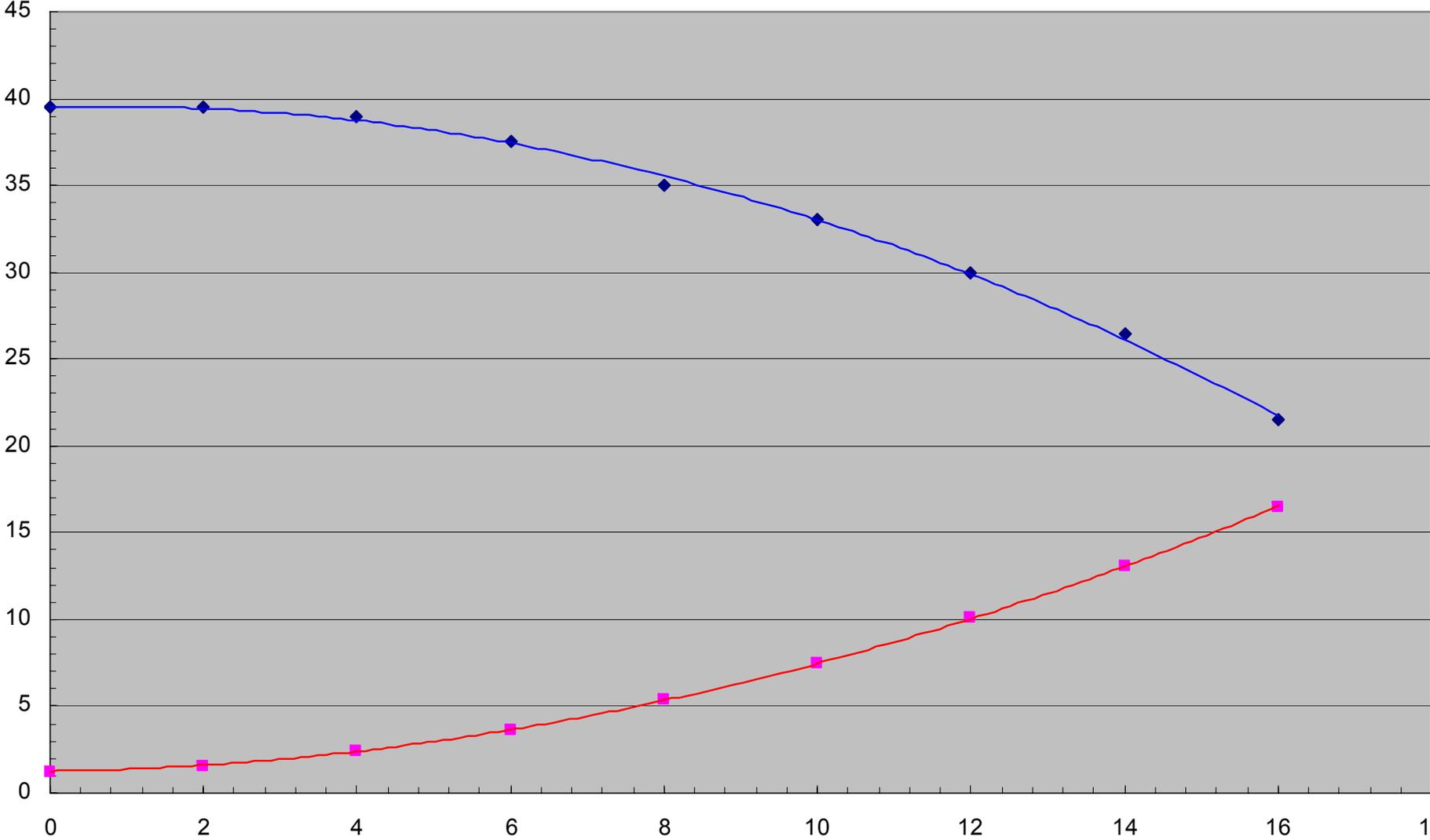
Dados para a CCI

Q(m³/h)	Q(m³/s)	Hp2" aB (m)	Hp2" dB (m)	Hp1,5" dB (m)	Hp1" dB (m)	Hs (m)
0	0	0	0	0	0	1,26
2	0,0006	0,04	0,06	0,20	0,019	1,58
4	0,0011	0,12	0,21	0,71	0,070	2,39
6	0,0017	0,26	0,45	1,49	0,152	3,64
8	0,0022	0,44	0,76	2,56	0,264	5,34
10	0,0028	0,67	1,16	3,91	0,407	7,48
12	0,0033	0,94	1,63	5,53	0,580	10,06
14	0,0039	1,25	2,18	7,42	0,784	13,06
16	0,0044	1,61	2,80	9,59	1,018	16,50

CCB dada pelo fabricante

$y = -0,0767x^2 + 0,1174x + 39,5$
 $R^2 = 0,9982$

$y = 0,0555x^2 + 0,0652x + 1,26$
 $R^2 = 1$



◆ CCB dada pelo fabricante ■ CCI — Poly. (CCB dada pelo fabricante) — Poly. (CCI)

Será que existe outra
maneira para se obter a CCI?

Desenvolver a resposta para o
questionamento anterior passa a
ser o objetivo a partir deste
ponto.

Primeira reflexão

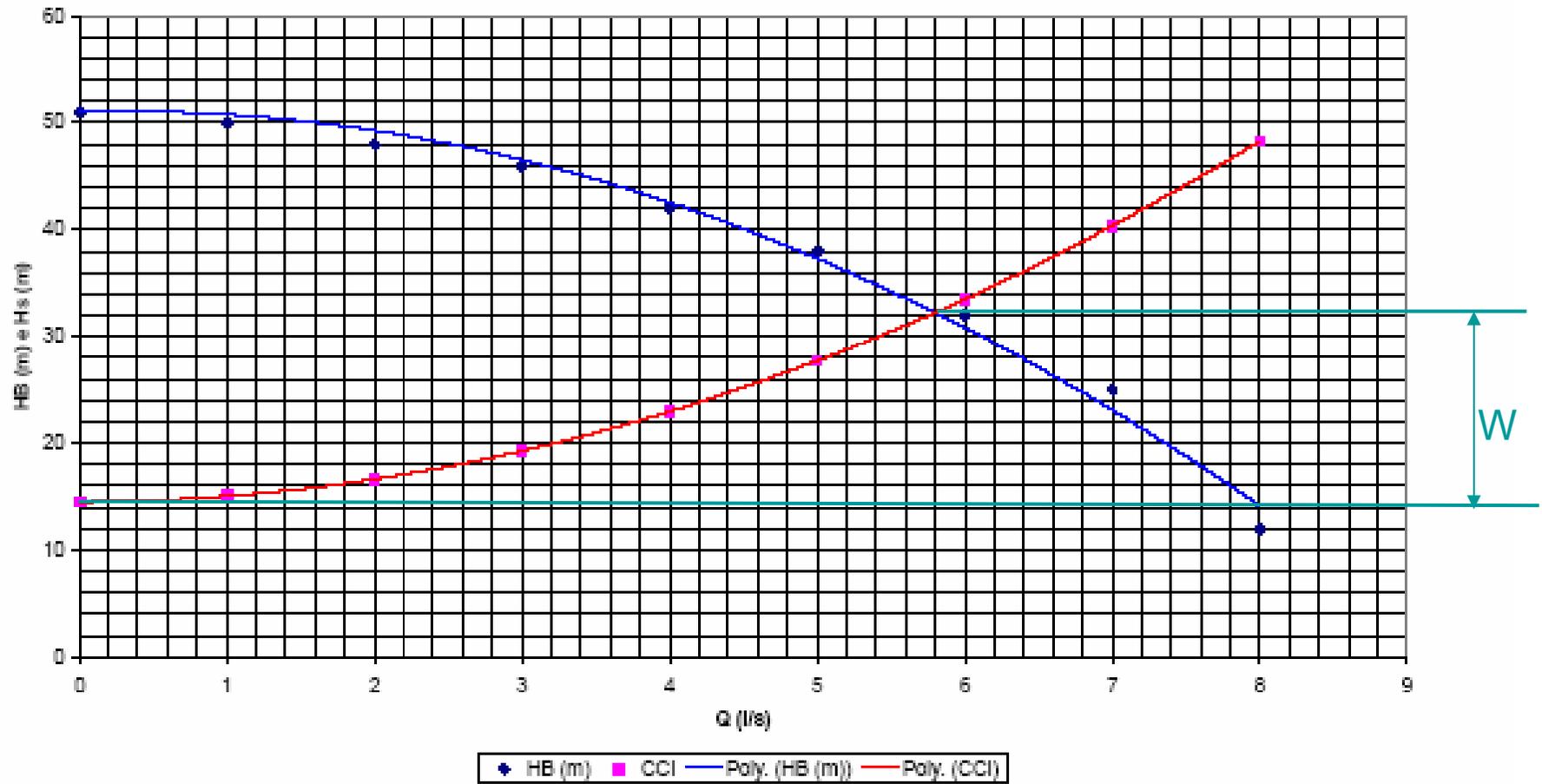
Qual o significado da cota W definida com a diferença da carga manométrica do ponto de trabalho e a carga estática?

Para esta primeira reflexão
considera-se o ponto de
trabalho representado a
seguir:

$$y = -0,6257x^2 + 0,3918x + 51$$
$$R^2 = 0,9907$$

Ponto de trabalho

$$y = 0,5278x^2 + 2E-14x + 14,5$$
$$R^2 = 1$$



$$W = \frac{\gamma_f \times \alpha_f \times Q^2}{2g \times A_f^2} - \frac{\gamma_i \times \alpha_i \times Q^2}{2g \times A_i^2} + H_{p\text{ totais}}$$

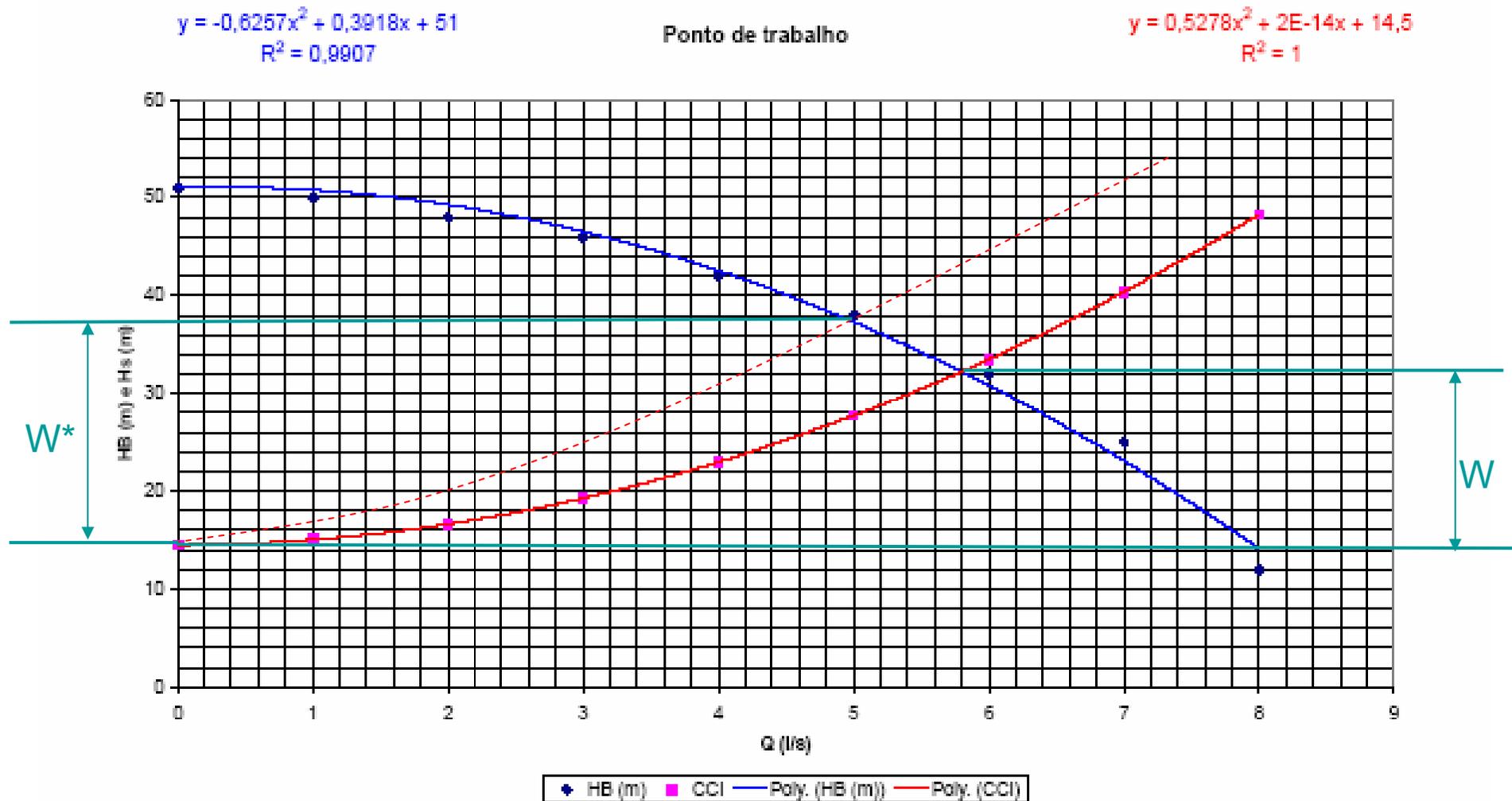
Geralmente o termo: $\frac{\gamma_f \times \alpha_f \times Q^2}{2g \times A_f^2} - \frac{\gamma_i \times \alpha_i \times Q^2}{2g \times A_i^2}$

é desprezível em relação a $H_{p\text{ totais}}$

Segunda reflexão

Ao se fechar parcialmente a válvula controladora de vazão, o que acontecerá com a cota W ?

Existirá um aumento do W



Terceira reflexão

O que acontecerá com a potência consumida ao se fechar parcialmente a válvula controladora de vazão?

Para o desenvolvimento desta nova reflexão, vamos recordar, tanto a especificação do motor elétrico, como o cálculo do consumo, por exemplo, mensal de energia.

Inicialmente calcula - se a potência da bomba no ponto de trabalho :

$$N_B = \frac{\gamma \times Q_\tau \times H_{B_\tau}}{\eta_{B_\tau}}$$

$$[\gamma] \rightarrow \frac{N}{m^3}; [Q_\tau] \rightarrow \frac{m^3}{s}; [H_{B_\tau}] \rightarrow m \text{ e } [\eta_{B_\tau}] \rightarrow \text{número puro}$$

$$\therefore [N_B] \rightarrow \frac{N \times m}{s} = \frac{J}{s} = w$$

Em seguida adota - se um rendimento de 90% para o motor elétrico e calcula - se a potência de referência do motor elétrico :

$$N_{m_{ref}} = \frac{N_B}{0,90} \times \left(\frac{1}{75 \times 9,8} \right) \rightarrow \text{isto para se obter a } [N_{m_{ref}}] \rightarrow CV$$

Com a potência de referência na tabela de motores comerciais, escolhe-se o motor.

Considerando uma rede elétrica de 220 v, que é recomendada para motores de até 200 CV, temos:

Motores em CV $\rightarrow \frac{1}{2}; \frac{3}{4}; 1; 1\frac{1}{2}; 2; 3; 5; 7.5; 10; 15; 20; 25; 30; 40; 50; 75; 100;$
125; 150 e 200.

Considerando a rede elétrica de 380 v, que é recomendada para motores até 1000 CV, temos:

Motores em CV $\rightarrow \frac{1}{2} \dots 200; 250; 300; 350; 425; 475; 530; 600; 675; 750; 850;$
950; 1000.

Após a escolha do motor elétrico, pode-se calcular o rendimento real

$$\eta_{m_{\text{real}}} = \frac{N_B}{N_m}$$

O cálculo do consumo mensal, que no Brasil é para a frequência de 60 Hz, é feito pela equação a seguir:

$$\text{Consumo mensal} = N_m \times a \times b$$

$$[a] \rightarrow \frac{\text{h}}{\text{dia}}; [b] \rightarrow \frac{\text{dia}}{\text{mês}}$$

$$\therefore [\text{Consumo mensal}] \rightarrow \frac{\text{kwh}}{\text{mês}}$$

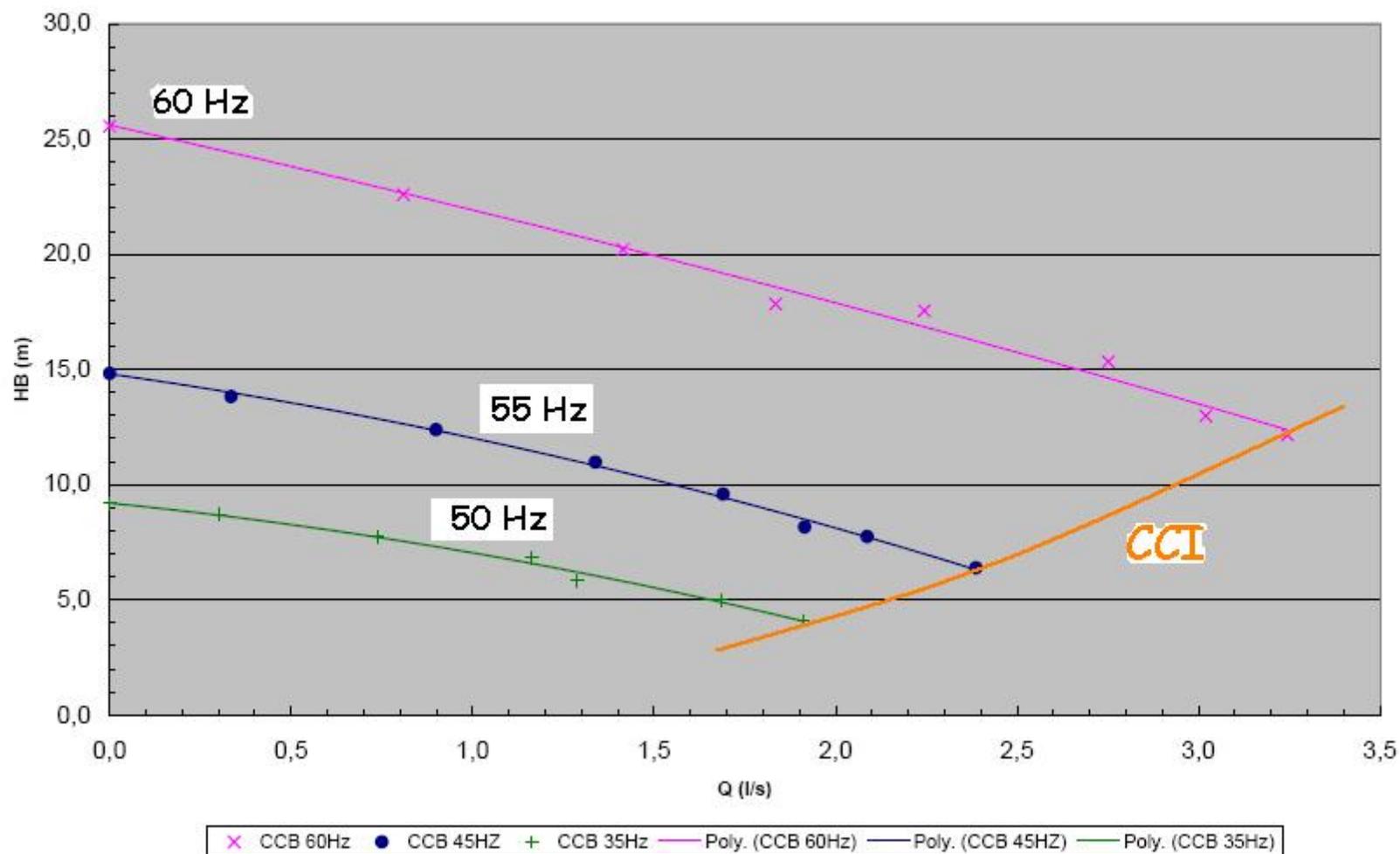
Deve-se observar que o fechamento parcial da válvula acarreta um aumento tanto do W , como da potência consumida.

Quarta reflexão

Ao se diminuir a frequência através do inversor, mantendo-se a válvula controladora de vazão totalmente aberta o que se obtém?

Obtém-se o ponto de trabalho para as diversas frequências, isto implica dizer que se obtém pontos da CCI.

CCB em função da frequência



Portanto para se obter a CCI através do inversor de frequência basta manter a válvula controladora de vazão totalmente aberta e se variar a frequência através do inversor, para cada frequência se determina a vazão e a carga manométrica.