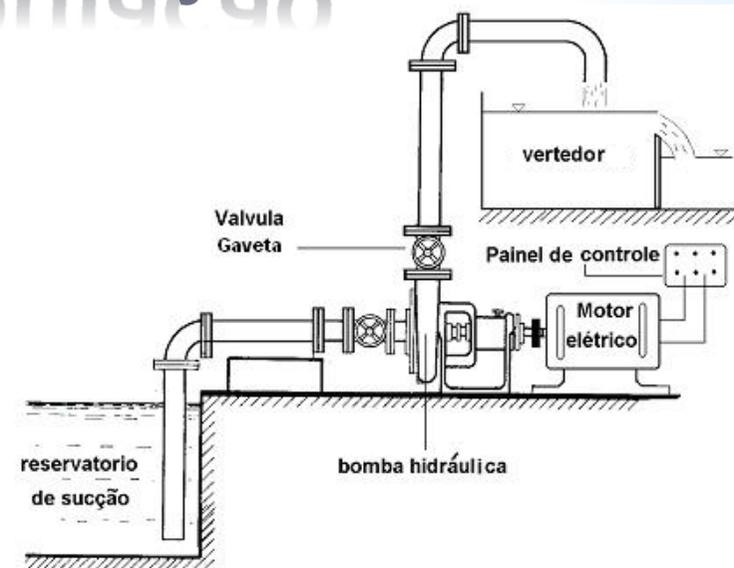


* PHA3201
Hidráulica Ambiental
aula 09

J Rodolfo S Martins (scarati@usp.br)

J Carlos M Bernardino (jcarlosmbernardino@usp.br)

* Curva Característica da Tubulação

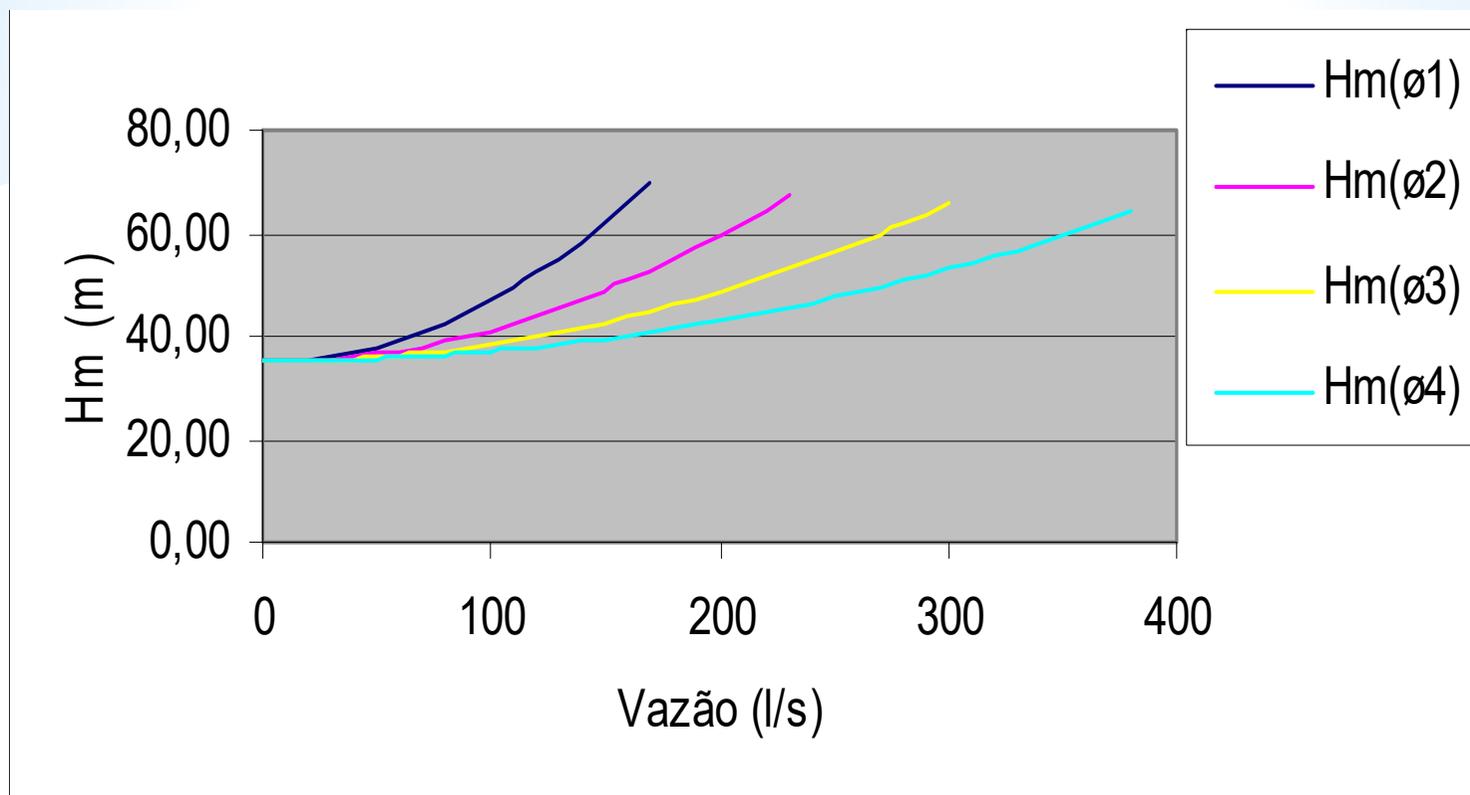


$$H_1 + H_M = H_2$$

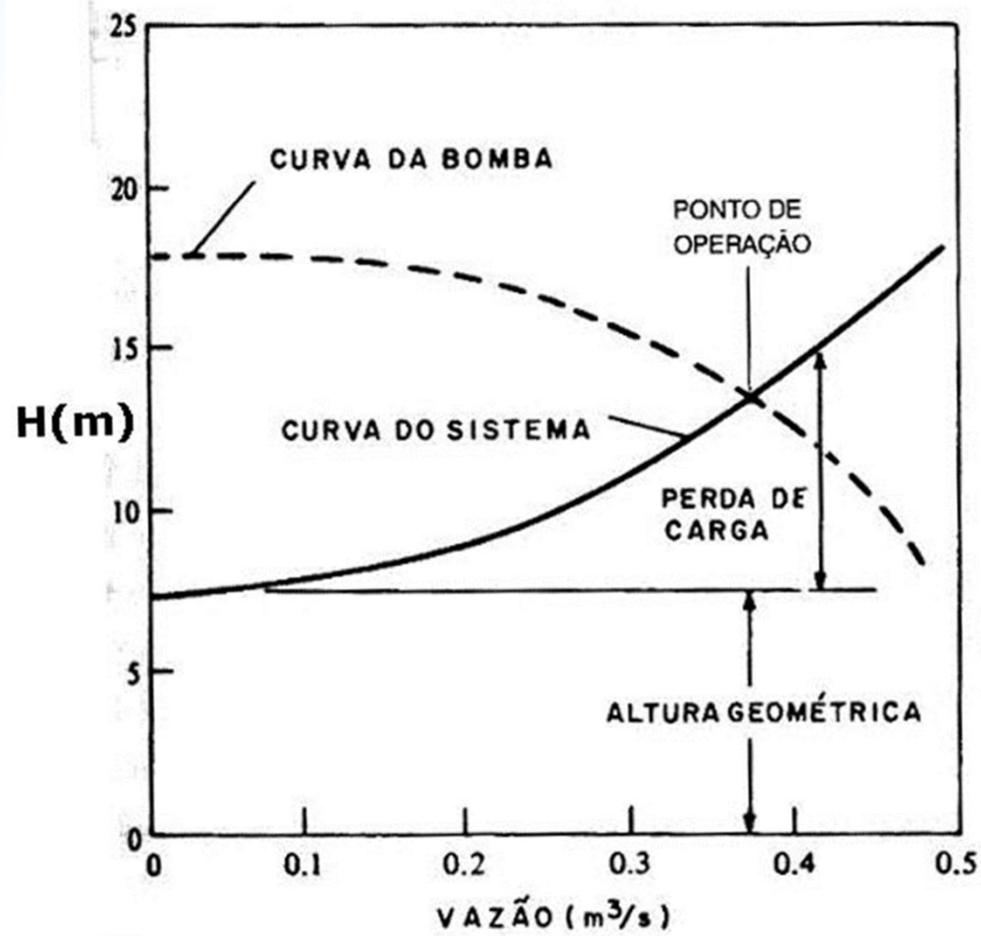


$$\frac{P_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2 \cdot g} + z_1 + H_M = \frac{P_2}{\gamma} + \frac{v_2^2}{2 \cdot g} + z_2$$

CURVA CARACTERÍSTICA DO SISTEMA



□ $\varnothing_4 > \varnothing_3 > \varnothing_2 > \varnothing_1$



* Ponto de funcionamento

* ASSOCIAÇÃO DE BOMBAS

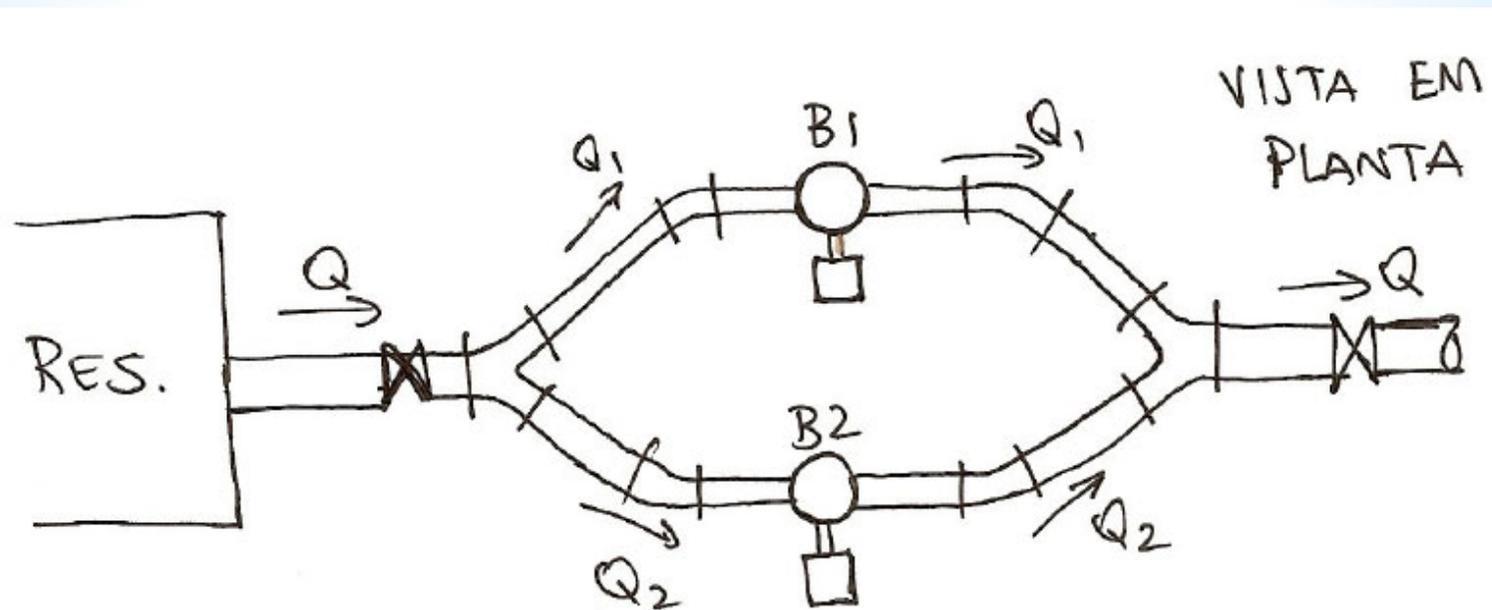
* As estações elevatórias podem ser dimensionadas e o conjunto motor-bomba selecionado considerando-se as seguintes situações:

- * Operação com uma bomba
- * Operação com bombas em paralelo
- * Operação com bombas em série

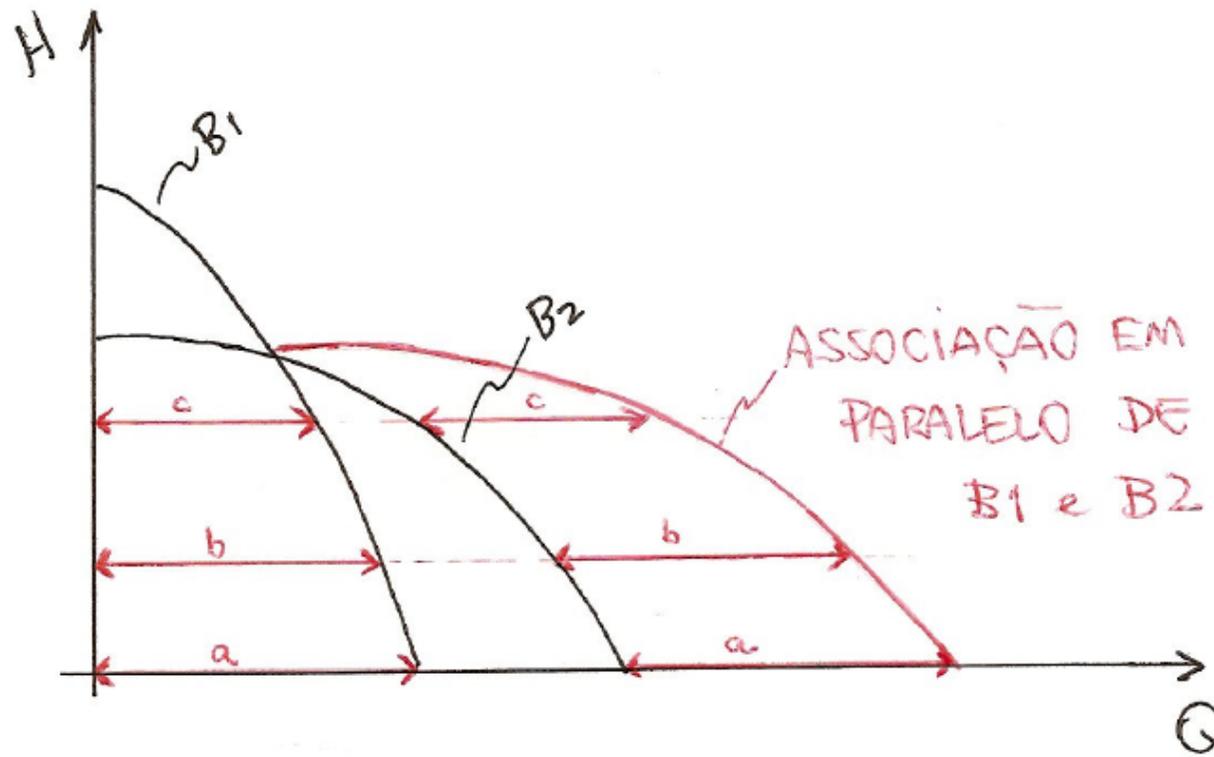
* BOMBAS EM PARALELO

- * Cada bomba é responsável por uma parcela da vazão total recalçada
- * Obtém-se a curva resultante pela soma das vazões correspondentes a uma dada altura total de elevação

* BOMBAS EM PARALELO



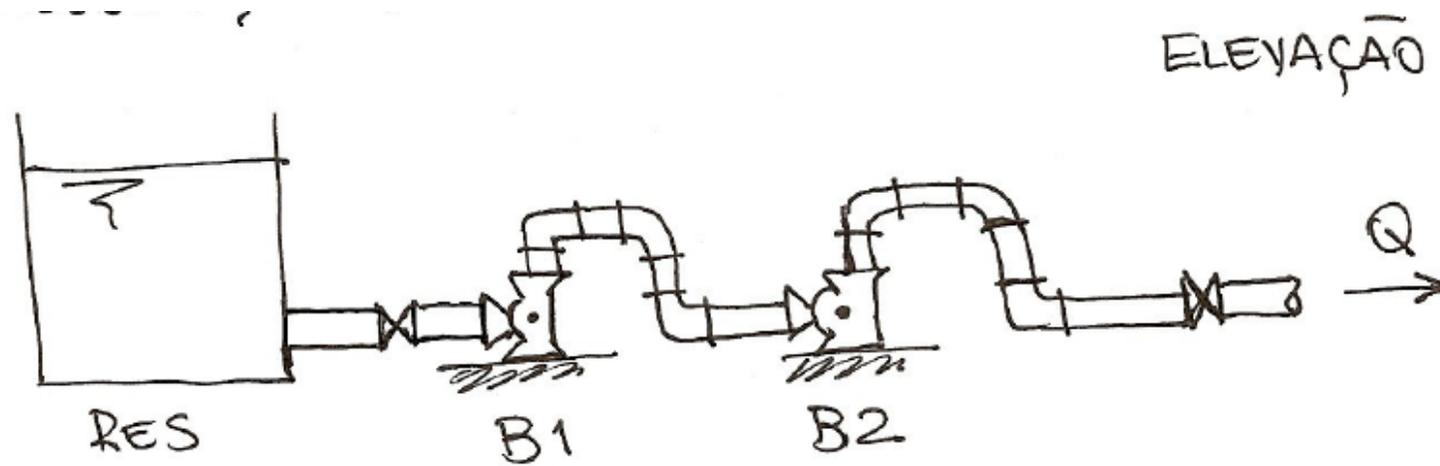
* BOMBAS EM PARALELO



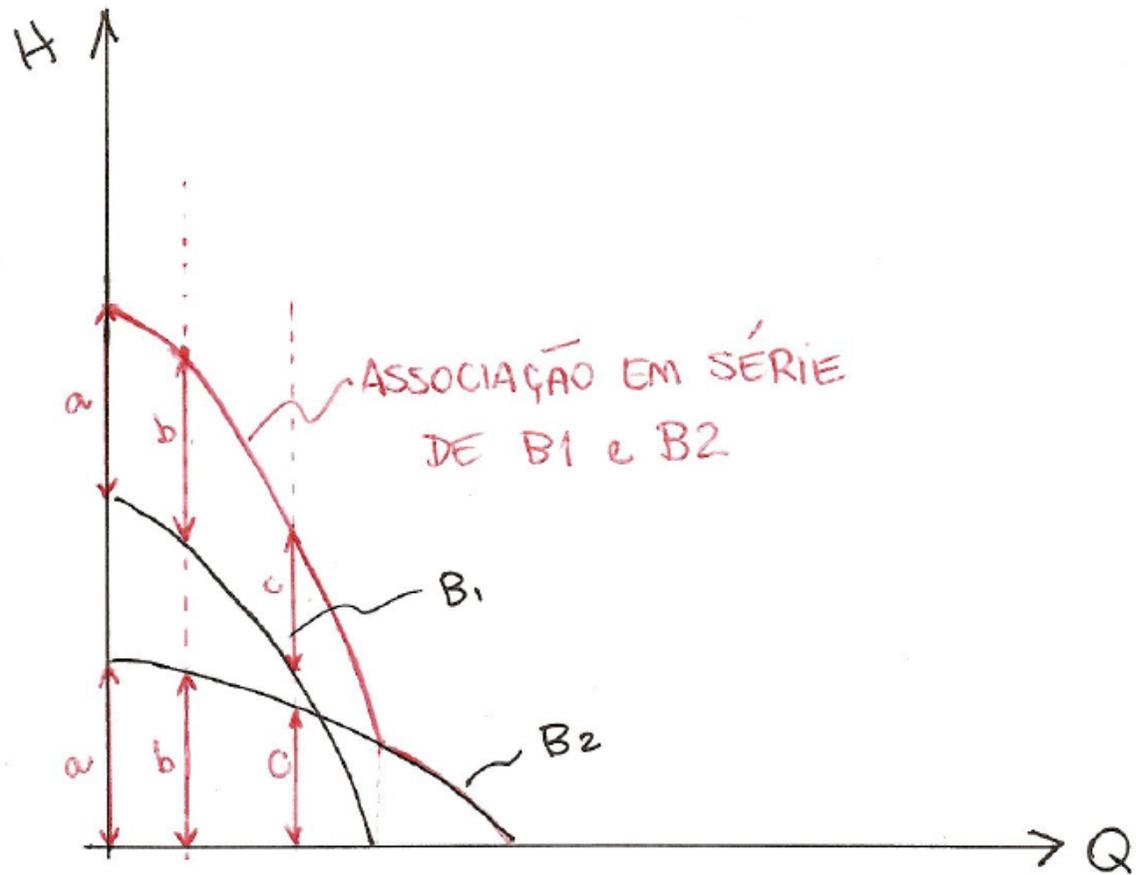
* BOMBAS EM SÉRIE

- * No sistema em série, cada bomba é responsável por uma parcela da altura total de elevação (a mesma vazão passa seqüencialmente por duas ou mais bombas)
- * Podem ser instaladas em uma única casa de bombas ou diversas ao longo da linha de recalque
- * A curva resultante é obtida pela soma dos valores de H para uma dada vazão de recalque

* BOMBAS EM SÉRIE



* BOMBAS EM SÉRIE



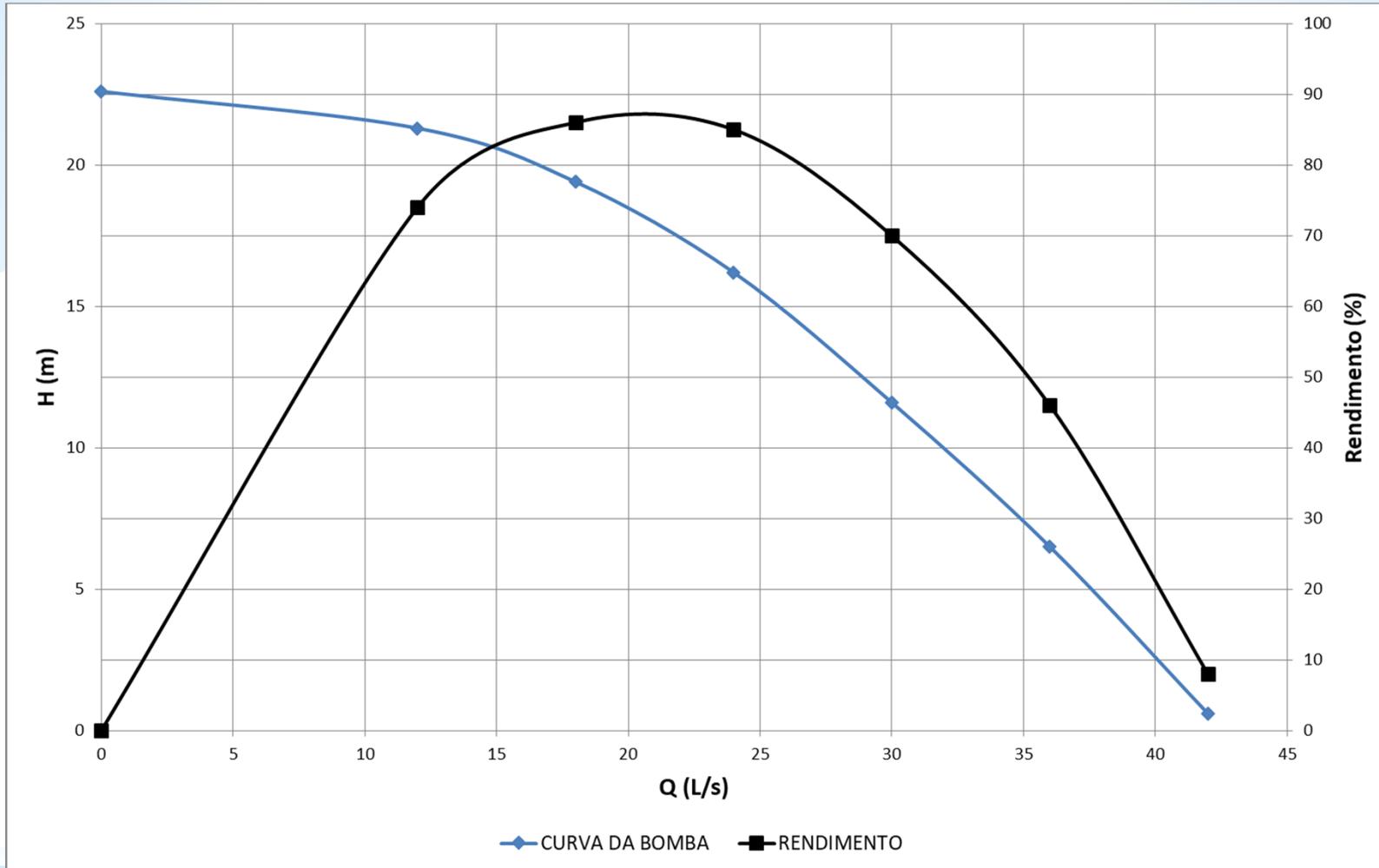
* (Porto, 2006) Uma dada bomba centrífuga cujas curvas características a uma certa rotação são dadas no quadro abaixo, é usada para elevar água vencendo uma altura geométrica de 6,5 m por meio de uma tubulação de 0,10 m de diâmetro, 65 m de comprimento e fator de atrito de 0,020.

- a. Determine a vazão recalçada e a potência consumida pela bomba.
- b. Sendo necessário aumentar a vazão pela adição de uma segunda bomba idêntica à primeira, investigue se ela deve ser instalada em série ou paralelo.

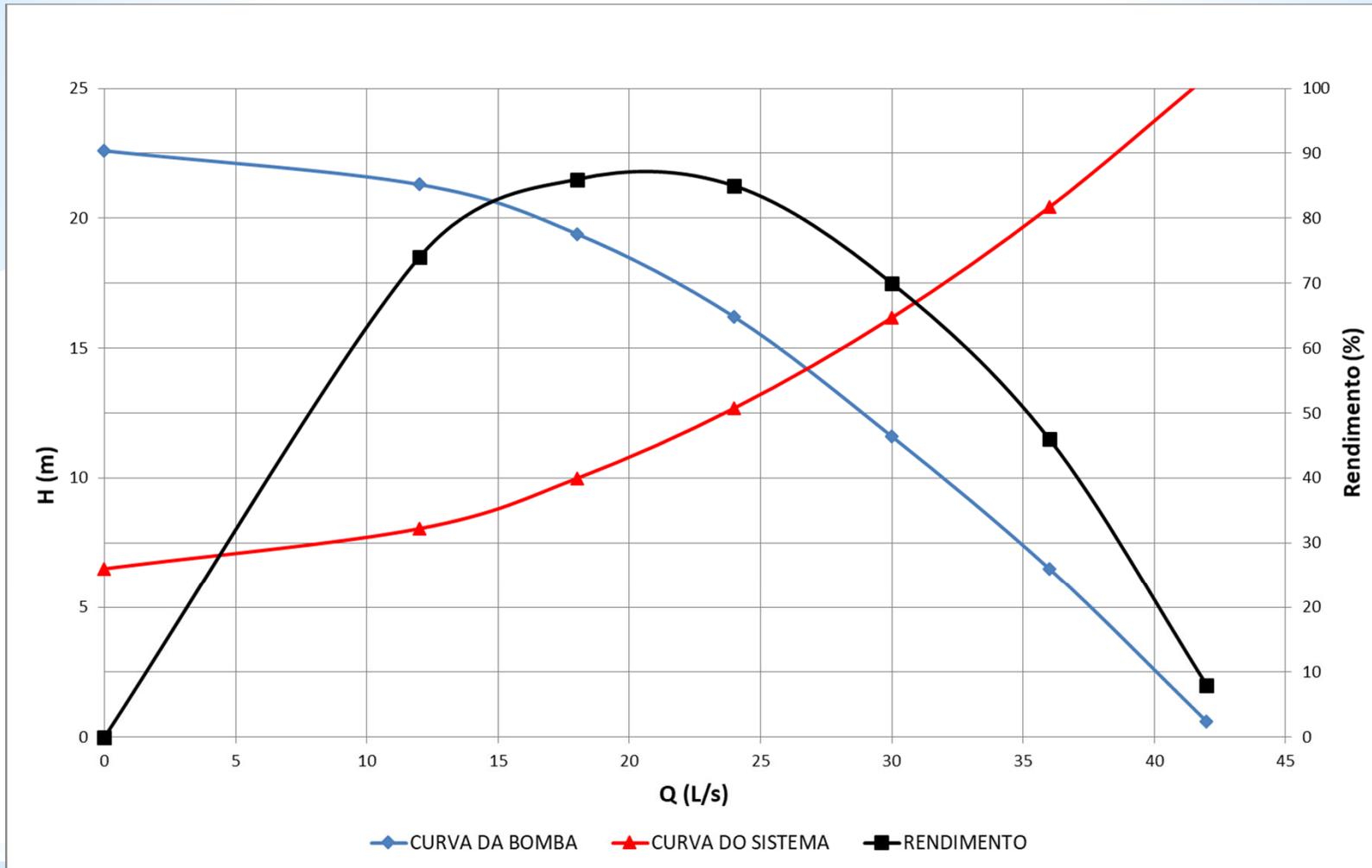
Q (l/s)	0	12	18	24	30	36	42
H (m)	22,6	21,3	19,4	16,2	11,6	6,5	0,6
η (%)	0	74	86	85	70	46	8

* **Exercício**

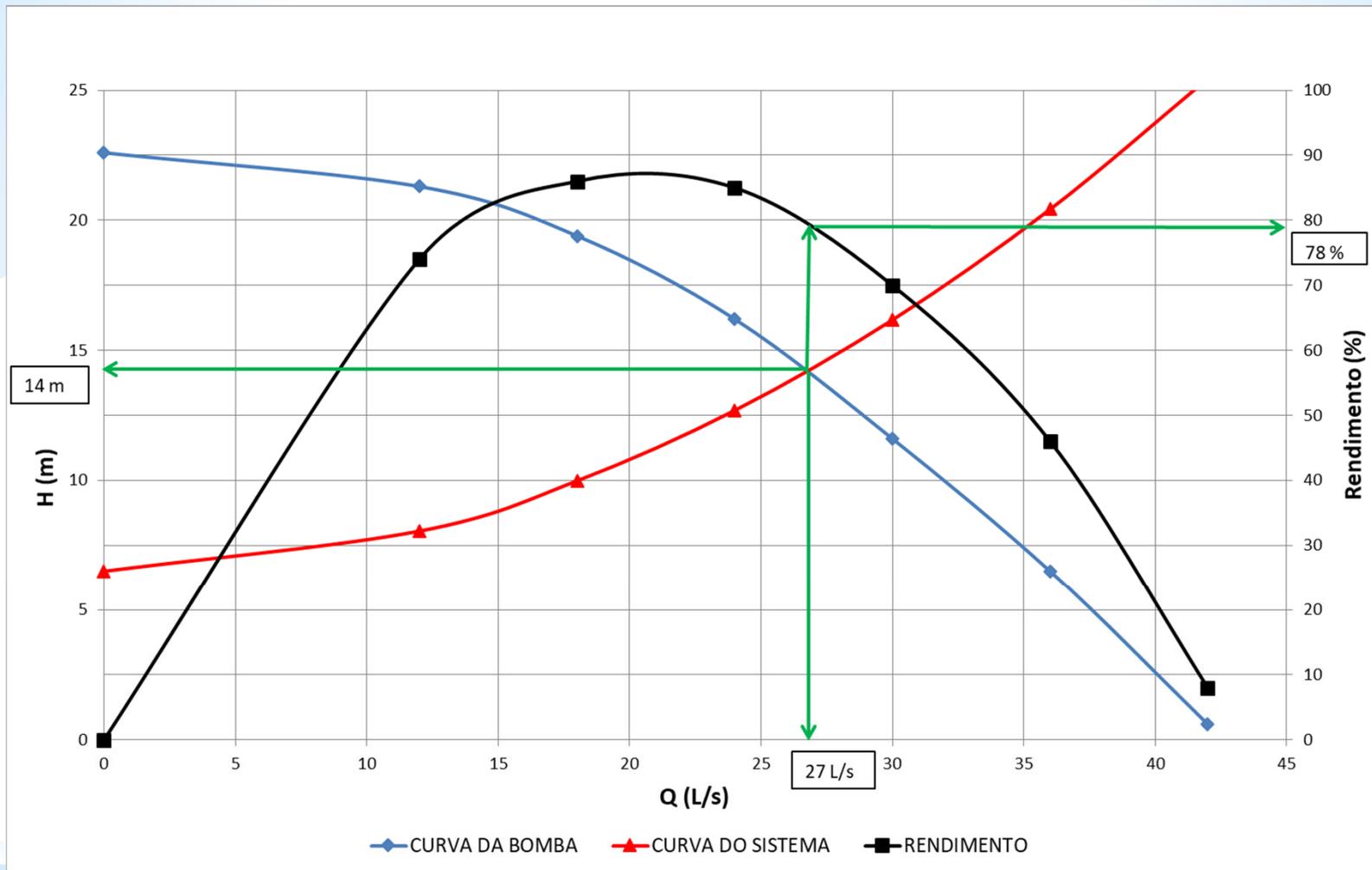
CURVAS CARACTERÍSTICAS DA BOMBA



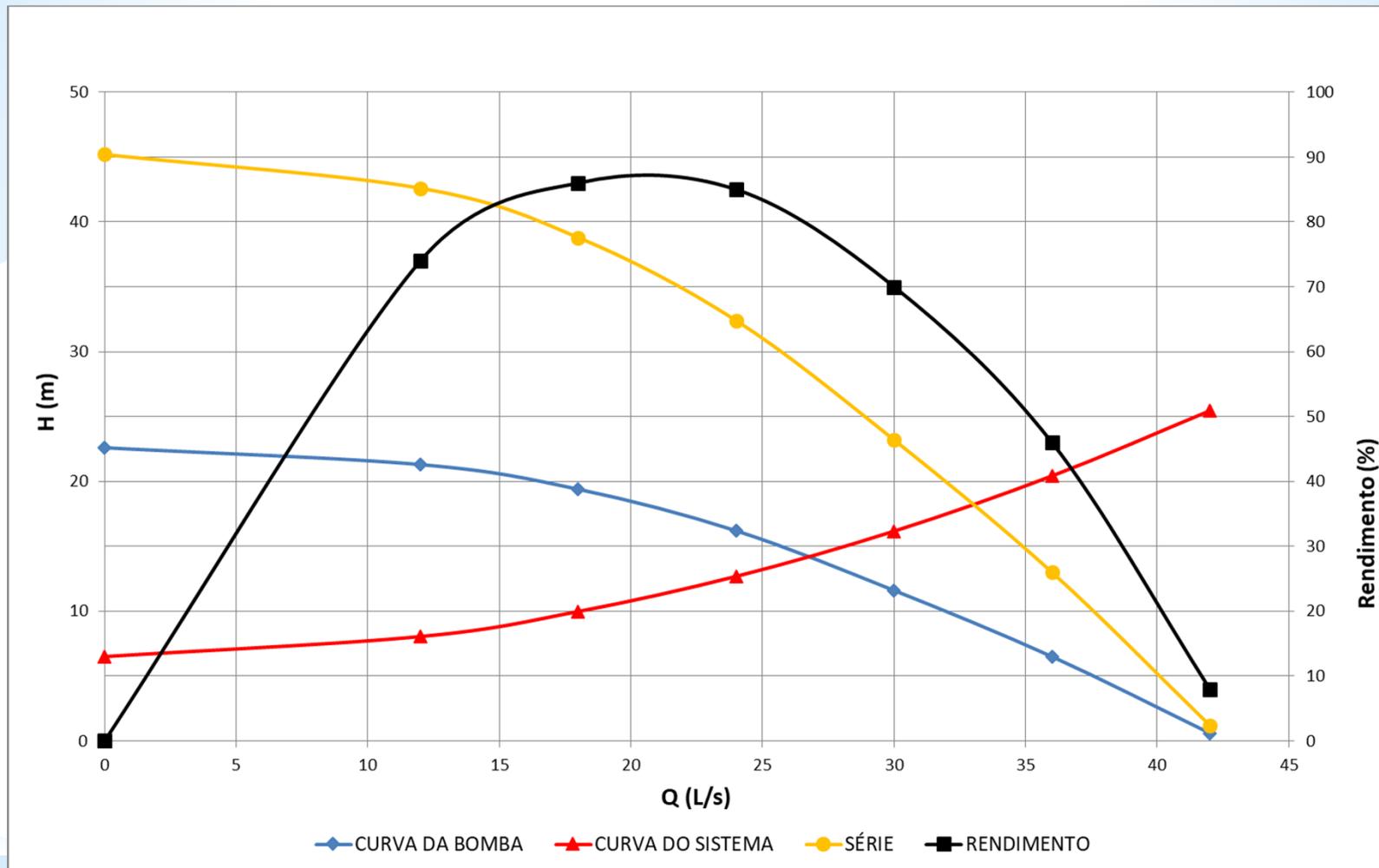
CURVAS CARACTERÍSTICAS DA BOMBA E CURVA DO SISTEMA



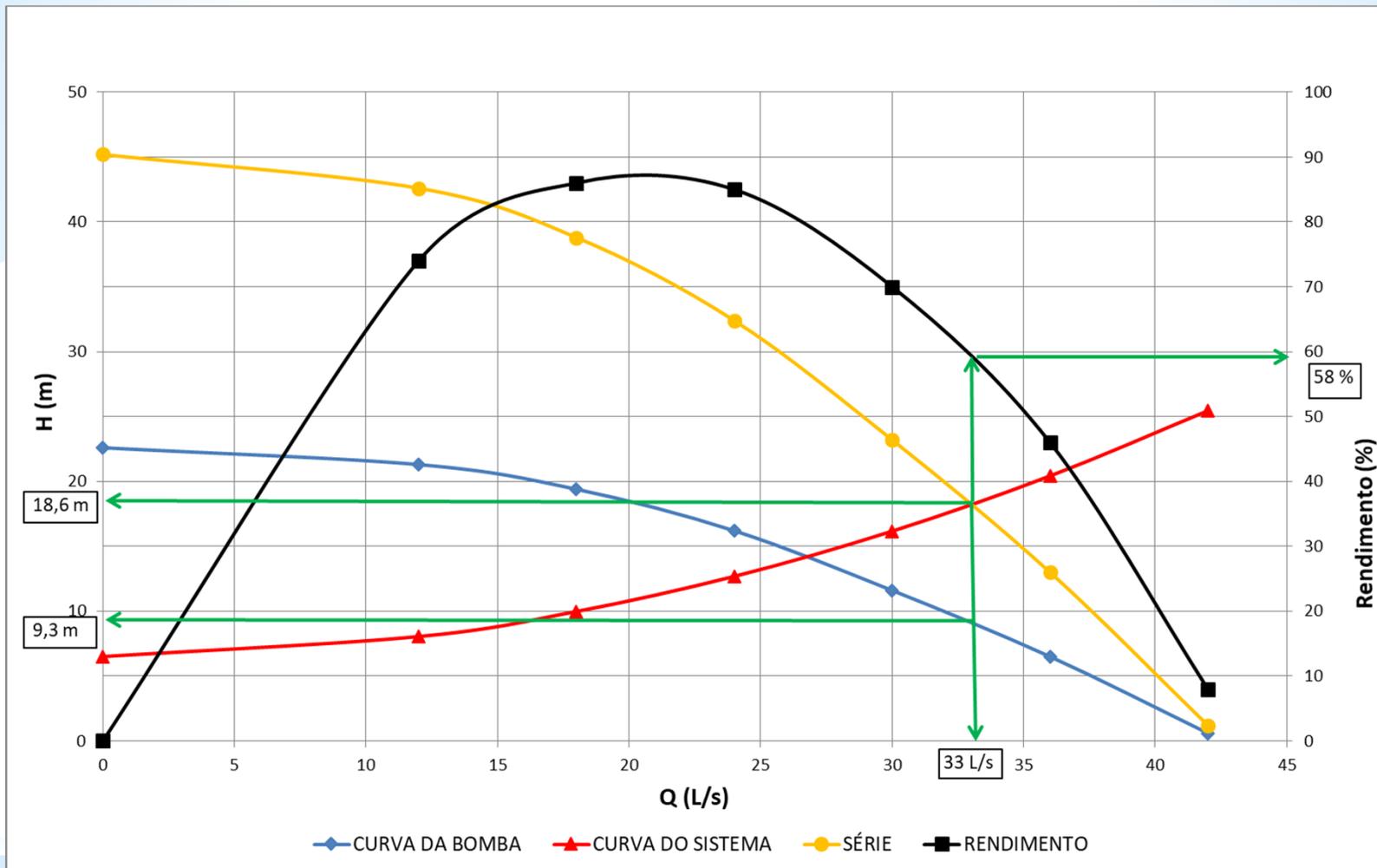
PONTO DE OPERAÇÃO PARA UMA ÚNICA BOMBA



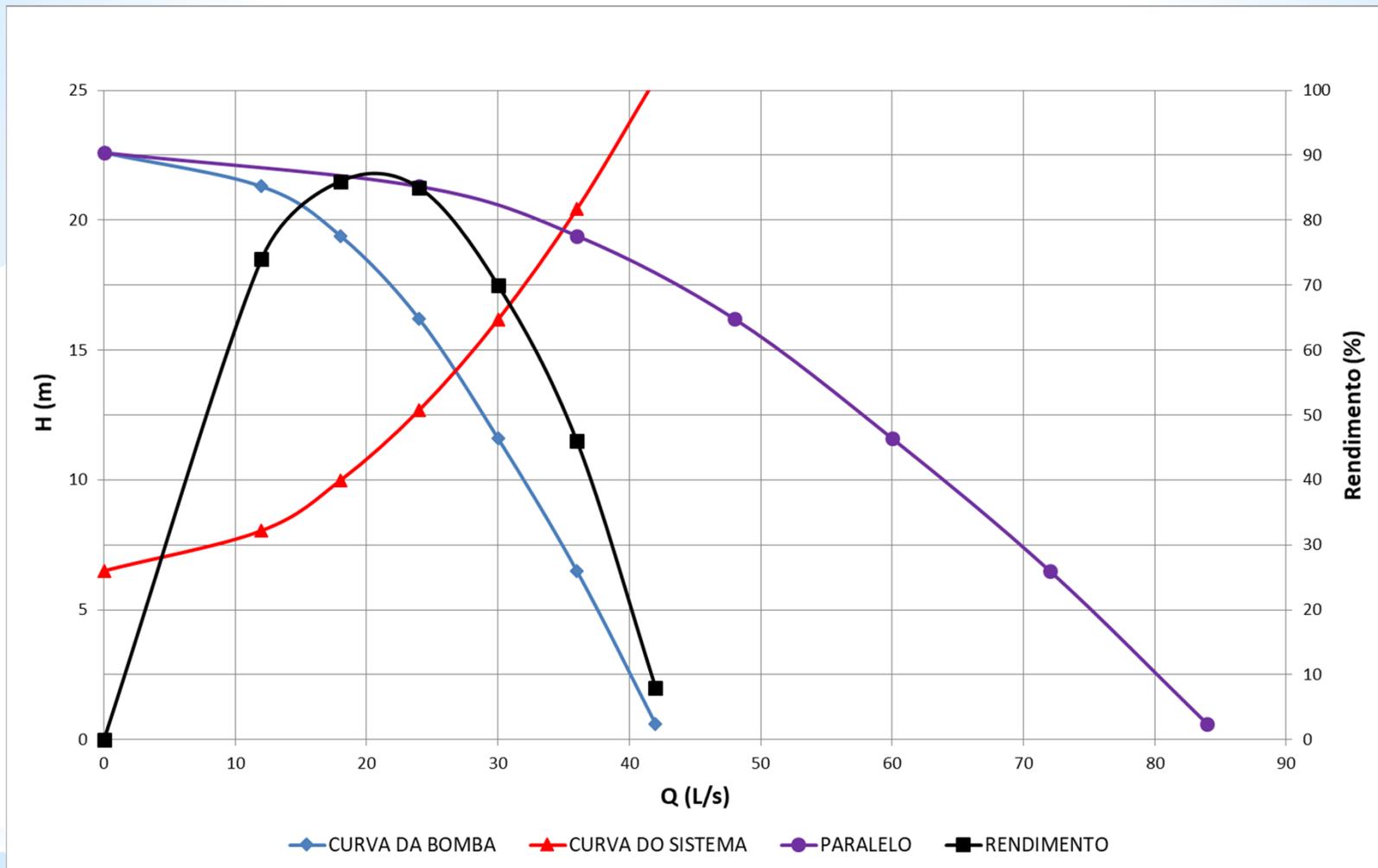
ASSOCIAÇÃO EM SÉRIE



ASSOCIAÇÃO EM SÉRIE - PONTO DE OPERAÇÃO



ASSOCIAÇÃO EM PARALELO



ASSOCIAÇÃO EM PARALELO - PONTO DE OPERAÇÃO

