

REGA E DRENAGEM

Cálculo e seleção da bomba hidráulica

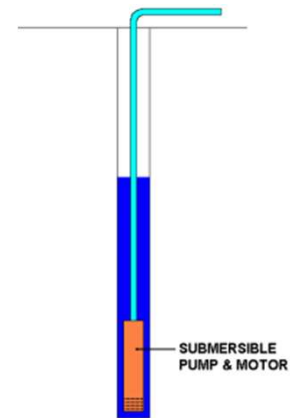
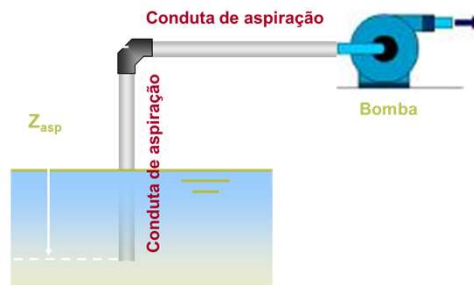
- Inventário das condições de funcionamento
- Cálculo da altura manométrica
- Seleção da bomba
- Verificação da cavitação



1. Condições de funcionamento da bomba

Antes de seleccionar a bomba para o sistema de rega, deve ser feito um inventário das condições sob as quais a bomba irá funcionar, incluindo:

- Fonte de água: poço, furo, charca, reservatório curso de água, etc;
- Caudal que é necessário elevar;
- Altura manométrica de elevação.



Dados necessários para o cálculo da bomba

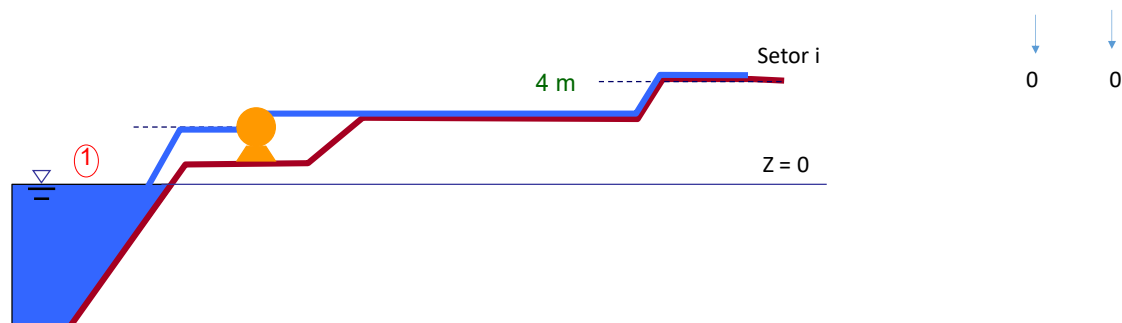
setor	h_{ES} (m)	ΔN (m)	ΔH (m)	Hmt (m)	Q_{setor}
1	40	10	5		
2	41	11	5.3		
3	41	12	5.8		
4	43	13	6		
5	42	10	6.2		

2. Determinação da altura manométrica total (H_{mt}) ↔ Energia que a bomba tem que fornecer ao escoamento (m)

- comprimento da conduta de aspiração
- comprimento da conduta primária até à entrada do setor i
- diâmetro das condutas
- perdas de carga na conduta primária até à entrada do setor i , ΔH_i
- pressão à entrada do setor i , p_i / γ
- desnível entre a superfície da água no reservatório e a entrada do setor i , $Z_i - Z_1$

A função da bomba é a de vencer as perdas de carga, de transportar a água de um nível para outro mais elevado e de fornecer pressão à água quando entra no setor de rega

$$Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g} = Z_i + \frac{p_i}{\gamma} + \frac{v_i^2}{2g} + \Delta H_i - H_{mt} \Leftrightarrow H_{mt} = Z_i + \frac{p_i}{\gamma} + \frac{v_i^2}{2g} + \Delta H_i - Z_1 + \frac{p_1}{\gamma} + \frac{v_1^2}{2g}$$

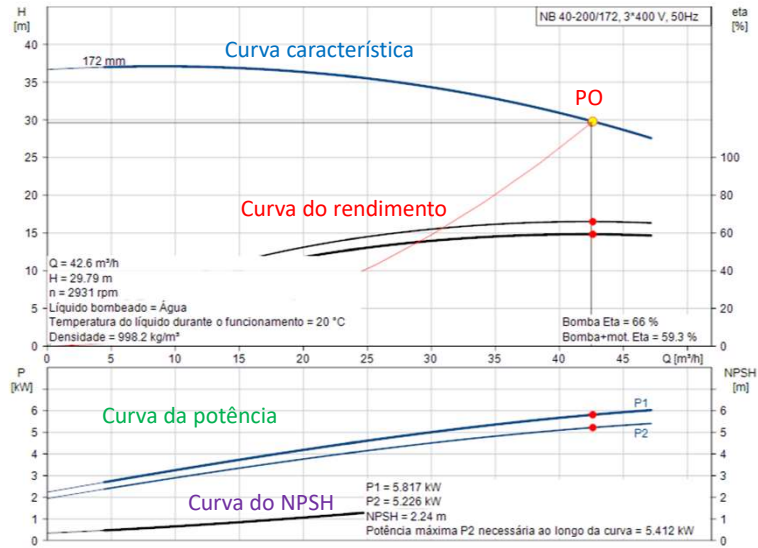


3. SELEÇÃO DA BOMBA DO CATÁLOGO

PO – ponto de funcionamento ótimo ⇔ máximo rendimento



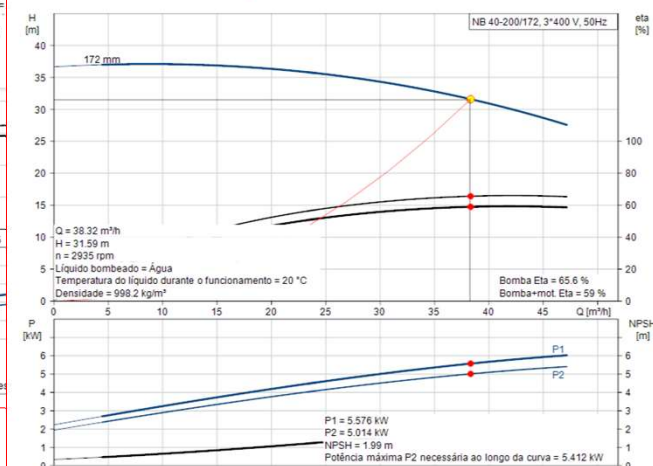
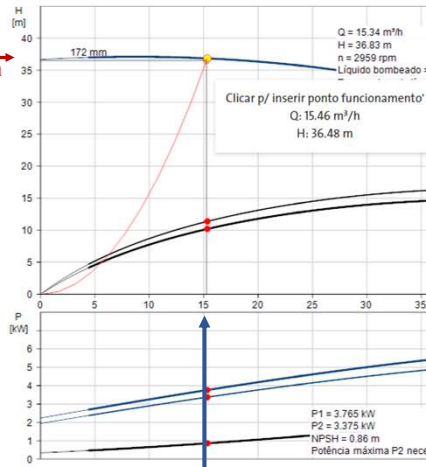
O ponto de funcionamento da bomba escolhida deve aproximar-se o mais possível deste ponto



<https://product-selection.grundfos.com/pt/products/nb-nbe-nbe-series-2000/nb-40-200172-98844301?tab=variant-curves&pumpssystemid=1167421616>

Exemplo de dois pontos de funcionamento

maior Hmt calculada



Qsetor

4. VERIFICAÇÃO DA CAVITAÇÃO

Relembrar: O risco de cavitação está associado aos pontos de menor pressão de um sistema; Ao ocorrer, este fenómeno traduz-se imediatamente pelo aparecimento de vibrações mecânicas, acompanhadas de um ruído característico e uma diminuição drástica do caudal e altura manométrica. De tudo isto resultam danos irreparáveis nas pás do rotor ou impulsor.

Para evitar a ocorrência deste fenómeno, há que assegurar que na zona crítica (*vizinhança imediata do rotor, do lado da aspiração*) a pressão absoluta se mantém sempre superior à correspondente pressão de vapor.



A região mais sujeita a cavitação é a entrada da bomba (ponto onde ocorre o < valor da pressão absoluta)

7/30

Define-se assim um *limiar de segurança*, como sendo a diferença entre o valor da pressão total absoluta na zona crítica e a pressão de vapor do líquido.

Esta diferença de pressão, quando apresentada em altura equivalente é designada de

Net Positive Suction Head (NPSH)

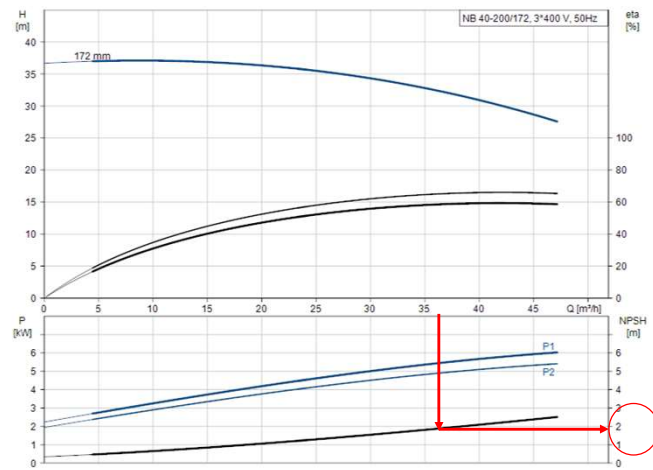
Há que distinguir dois NPSH :

$NPSH_{RB}$: é a energia **requerida pela bomba** para aspirar a água desde a origem até ao eixo da bomba .

$NPSH_{DI}$: é a energia de aspiração **disponível na instalação**

$NPSH_{RB}$: é a energia requerida pela bomba para aspirar a água desde a origem até ao eixo da bomba .

- É função das características da bomba e do caudal a elevar;
- É definido pelo construtor e o seu valor é indicado no catálogo da bomba.



9/30

$NPSH_{DI}$: é a energia de aspiração disponível na instalação

- É calculada para cada instalação pela EB na aspiração;
- Depende das perdas de carga e do desnível na aspiração.

Se a energia disponível não for suficiente para aspirar a água, esta começa a libertar o ar dissolvido conduzindo à desferra da bomba e à interrupção do caudal (ocorre cavitação).



$$NPSH_{DI} = \frac{p_{atm} - p_v}{\gamma} - \Delta H_{asp} - \Delta N_{asp} - \frac{v_{asp}^2}{2g}$$

p_{atm} = pressão atmosférica absoluta (m)

ΔN_{asp} = desnível entre a origem e o eixo da bomba (m)

p_v = pressão de vapor (m)

ΔH_{asp} = perdas de carga na aspiração (m)

v_{asp} = velocidade na conduta de aspiração (m/s)

$$p_v(T) = 610.8 \exp\left(\frac{17.27 \times T}{237.3 + T}\right)$$



Pressão absoluta em Pa

Modos de evitar a Cavitação

No projecto

No projecto ou dimensionamento da bomba deverá ter-se logo em conta este aspecto, **calculando as secções de passagem do fluido** de modo a evitar velocidades excessivas, próximo das condições nominais.

Deverão **eliminar-se os ângulos bruscos e as passagens estreitas** no escoamento.

Deve igualmente **verificar-se o valor de $NPSH_R$** para o caudal máximo, recorrendo à curva característica disponibilizada pelo fabricante.

11/30

Na utilização:

- Ao colocar a bomba hidráulica na instalação convém que a respectiva **altura de instalação** seja adequada para a gama de condições de funcionamento previstas;
- A altura de instalação deve ser a **menor possível**, compatível com as características da instalação e as limitações económicas;
- Utilizam-se bombas submersas para elevar água de poços profundos;
- Convém atender sobretudo à condução de aspiração, procurando **reduzir as perdas de carga**. Devem evitar-se, tanto quanto possível, condutas longas, com paredes rugosas, curvas de pequeno raio, válvulas, bifurcações, etc;
- Nesta condução deve utilizar-se uma **secção de passagem tão grande quanto possível**, para reduzir a velocidade de escoamento;
- Curvas na condução de aspiração que estejam situadas em planos diferentes, por poderem induzir um movimento helicoidal no escoamento, devem ser evitadas, pois apressam as condições de cavitação.

Factors to Consider in Selecting an Irrigation Pump

Pump Type	Advantages	Disadvantages
Centrifugal	<ol style="list-style-type: none"> 1. High efficiency over a range of operating conditions 2. Easy to install 3. Simple, economical and adaptable to many situations 4. Electric, internal combustion engines or tractor power can be used 5. Does not overload with increased TDH 6. Vertical centrifugal may be submerged and not need priming 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Suction lift is limited; needs to be within 20 vertical feet of water surface 2. Priming required 3. Loss of prime can damage pump 4. If the TDH is much lower than design value, the motor may overload
Vertical turbine	<ol style="list-style-type: none"> 1. Adapted for use in wells 2. Provides high TDH and flow rates with high efficiency 3. Electric or internal combustion power can be used 4. Priming not needed 5. Can be used where water surface fluctuates 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Difficult to install, inspect and repair 2. Higher initial cost than a centrifugal pump 3. To maintain high efficiency, impellers must be adjusted periodically 4. Repair and maintenance more expensive than for centrifugals
Submersible	<ol style="list-style-type: none"> 1. Can be used in deep wells 2. Priming not needed 3. Can be used in crooked wells 4. Easy to install 5. Smaller diameters are than comparable-sized 	<ol style="list-style-type: none"> 1. More expensive in larger sizes than deep-well vertical turbines 2. Only electric power can be used 3. More susceptible to lightning 4. Water movement past motor is required
Propeller	<ol style="list-style-type: none"> 1. Simple construction 2. Can pump some sand 3. Priming not needed 4. Efficient at pumping very large flow rates at low TDH 5. Electric, internal combustion engine and tractor power can be used 6. Suitable for portable operation 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Not suitable for suction lift 2. Cannot be valved back to reduce flow rate 3. Intake submergence depth is very critical 4. Limited to low (less than 75 feet) TDH