NOÇÕES BÁSICAS DE HIDRÁULICA

Não é nosso objetivo apresentar um curso técnico de hidráulica, mas sim mostrar os termos usados, bem como, algumas fórmulas básicas necessárias à introdução ao estudo de bombas.

Os líquidos e os gases são comumente denominados fluídos. O nome resulta de uma propriedade comum aos dois estados físicos: podem escoar com facilidade, podem fluir facilmente. Para o nosso objetivo' consideraremos como fluído apenas os líquidos.

Analisaremos algumas propriedades dos fluídos.

1.1 - PESO ESPECÍFICO

O peso específico (γ) de uma substância que constitui um corpo homogêneo de peso P e volume V é definido por: $\gamma = \frac{P}{V}$

Unidades usadas: Kgf/m3, dyn/cm3, N/m3, etc...

1.2 - DENSIDADE

A densidade de uma substância é a razão entre o peso específico do líquido e o peso específico de uma substância padrão. No caso de líquidos, a substância padrão usada é a água à 15,5ºC ao nível do mar, que tem o valor do peso específico de 1 Kgf/dm3. Assim sendo a densidade de um líquido qualquer será numericamente igual ao peso específico neste sistema de unidades.

Quando por exemplo o peso específico de um líquido é de 1,20 Kgf/Cm3, podemos afirmar que a sua densidade é igual 1,20.

Lembre-se que a densidade é adimensional.

A densidade pode ser caracterizada através de certas escalas graduadas e marcadas em graus, como por exemplo, na indústria petrolífera usa-se os graus API, enquanto que na indústria química é muito usado os graus BAUME e os graus BRIX.

Abaixo apresentamos uma tabela com as correspondências entre graus API, BAUME e BRIX em função da densidade do líquido.

A) Correspondência entre densidade e graus BRIX para líquidos mais pesados que à água.

Brix	SG	Brix	SG	Brix	SG	Brix	SG	Brix	SG	Brix	SG	Brix	SG	Brix	SG
0	1000	16	1066	32	1140	48	1220	57	1272	71	1357	79	1410	94	1510
2	1010	18	1074	34	1150	50	1230	58	1278	72	1364	80	1420	96	1530
4	1020	20	1083	36	1160	51	1233	60	1290	73	1370	82	1430	98	1540
6	1020	22	1092	38	1170	52	1244	62	1302	74	1375	84	1440	100	1560
8	1030	24	1100	40	1180	53	1249	64	1314	75	1383	86	1460	–	–
10	1040	26	1110	42	1190	54	1255	66	1326	76	1389	88	1470	–	–
12	1046	28	1120	44	1200	55	1261	68	1340	77	1395	90	1480	–	–
14	1057	30	1130	46	1210	56	1267	70	1351	78	1403	92	1500	–	–

Para líquidos mais leves que à água a seguinte fórmula deverá ser considerada:

$$\text{densidade} = \frac{400}{400 + \text{º BRIX}}$$

B) Correspondência entre a densidade e graus BAUMÉ para líquidos mais pesados que à água.

Be	S.G.	Be	S.G.	Be	S.G.	Be	S.G.	Be	S.G.	Be	S.G.	Be	S.G.
0	1,000	10	1,074	20	1,160	30	1,261	40	1,381	50	1,526	60	1,706
1	1,007	11	1,082	21	1,169	31	1,272	41	1,399	51	1,543	61	1,726
2	1,014	12	1,090	22	1,179	32	1,283	42	1,408	52	1,560	62	1,747
3	1,021	13	1,099	23	1,189	33	1,295	43	1,422	53	1,576	63	1,768
4	1,028	14	1,107	24	1,198	34	1,306	44	1,436	54	1,593	64	1,790
5	1,036	15	1,115	25	1,208	35	1,318	45	1,450	55	1,611	65	1,813
6	1,043	16	1,124	26	1,219	36	1,330	46	1,465	56	1,629	66	1,835
7	1,051	17	1,133	27	1,229	37	1,343	47	1,480	57	1,648	67	1,859
8	1,058	18	1,142	28	1,239	38	1,335	48	1,495	58	1,667	68	1,883
9	1,066	19	1,151	29	1,250	39	1,368	49	1,510	59	1,686	69	1,908

$$d = \frac{145}{145 - \text{ºBAUME}}$$

Para líquidos mais leves que à água a seguinte fórmula deverá ser considerada:

$$\text{densidade} = \frac{140}{130 + \text{graus BAUME}}$$

C) Correspondência entre a densidade e graus API.

API	S.G	API	S.G	API	S.G	API	S.G	API	S.G	API	S.G	API	S.G	API	S.G
10	1,000	20	0,934	35	0,850	50	0,780	60	0,739	75	0,685	90	0,639	140	0,521
11	0,993	21	0,928	36	0,845	51	0,775	61	0,735	76	0,682	95	0,625	145	0,512
12	0,986	22	0,927	37	0,840	52	0,771	62	0,731	77	0,679	100	0,611	150	0,503
13	0,979	23	0,916	38	0,835	53	0,767	63	0,728	78	0,675	105	0,598	160	0,486
14	0,973	24	0,910	39	0,830	54	0,763	64	0,724	79	0,672	110	0,586	170	0,469
15	0,966	30	0,876	40	0,825	55	0,759	70	0,702	80	0,669	115	0,574	-	-
16	0,959	31	0,871	41	0,820	56	0,755	71	0,699	81	0,666	120	0,563	-	-
17	0,953	32	0,865	42	0,816	57	0,751	72	0,695	82	0,663	125	0,552	-	-
18	0,947	33	0,860	43	0,811	58	0,747	73	0,692	83	0,660	130	0,541	-	-
19	0,940	34	0,855	44	0,806	59	0,743	74	0,689	84	0,657	135	0,531	-	-

1.3 PRESSÃO

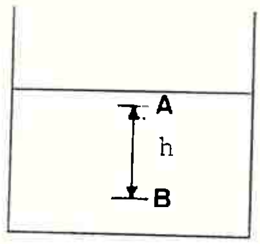
É a força exercida por unidade de área. Pode ser considerada também como uma força compressiva. De acordo com o princípio de Pascal, quando uma pressão é aplicada à superfície de um fluído, essa é transmitida em todas as direções.

1.3.1 Pressão em um ponto de um líquido em equilíbrio

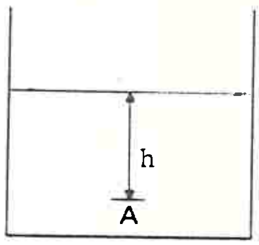
A) Teorema fundamental

A diferença de pressão entre dois pontos de um líquido em equilíbrio é igual ao produto da diferença de nível entre os dois pontos (h) pelo peso específico (γ), ou seja:

$$\boxed{PB - PA = \gamma h}$$



Para se determinar a pressão em um ponto A, qualquer, de um líquido em equilíbrio, basta aplicar o teorema fundamental entre o ponto A e um ponto da superfície livre do líquido.



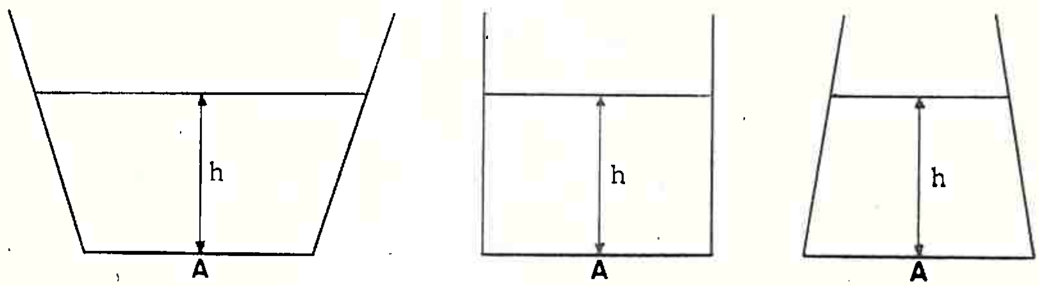
Chamando de Patm a pressão que a atmosfera exerce sobre a superfície livre do líquido e de P a pressão no ponto A, teremos:

$P - Patm = \gamma h$, ou seja:

$$\boxed{P = Patm + \gamma h}$$

Pelo exposto, concluímos que a pressão em um determinado ponto depende única e exclusivamente do peso específico do líquido e da altura.

Assim, podemos afirmar que para os três reservatórios abaixo, contendo o mesmo líquido (mesmo peso específico), a pressão em um ponto, na mesma profundidade, será igual para todos eles, que é γh, independendo do volume.



B) <u>Conversão de pressões em altura de líquidos</u>

Baseando-nos na fórmula $p = \gamma h$, verifica-se que, a altura de líquido é igual a: $h = \frac{p}{\gamma}$

Como usualmente conhecemos a densidade do líquido e necessitamos determinar a altura de coluna de líquido correspondente, necessitamos determinar a correspondência entre densidade, pressão expressa em Kg/Cm2 e a altura expressa em metros, que passamos a deduzir:

$h = \frac{p}{\gamma}$, como a densidade é numericamente igual ao peso específico (γ) em Kgf/dm3,

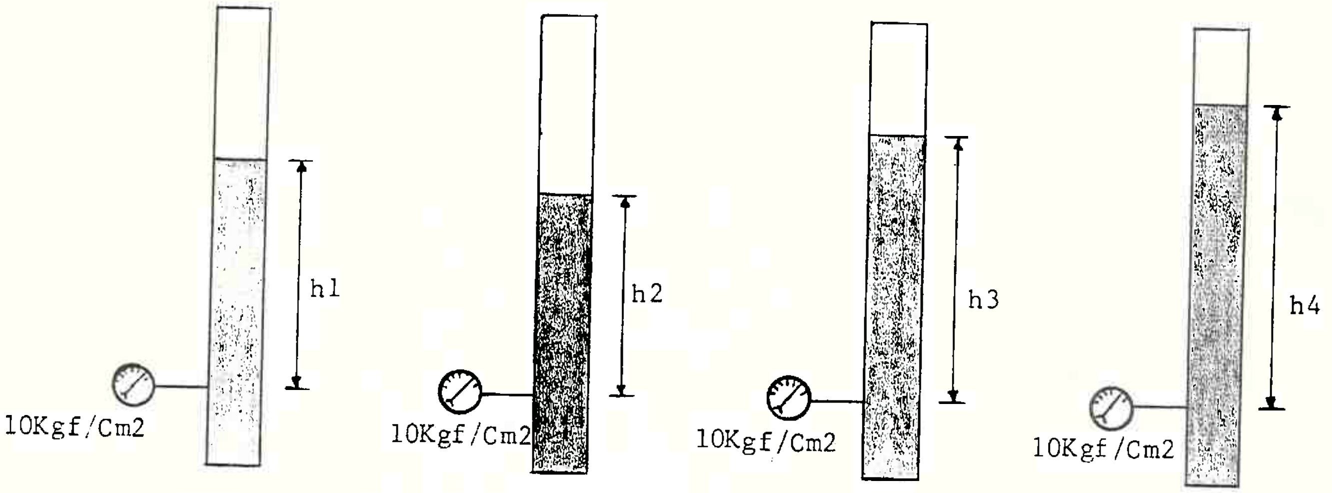
$$h = \frac{P\ (Kgf/Cm2)}{\gamma\ (Kgf/Dm3)}$$

$$h = \frac{P(Kgf \times dm3)}{\gamma(Cm2 \times Kgf)} \quad \therefore \quad \boxed{h = \frac{P}{\gamma} \times 10}$$

Para se determinar a altura de coluna de líquido expressa em metros, divide-se a pressão em Kgf/Cm2 pela densidade e multiplica-se por 10 (dez).

1.3.2 Exemplos

a) Calcular as alturas de coluna de líquido que correspondem as pressões abaixo indicadas de 10Kgf/Cm2.



ÁGUA

d= 1,0

$h1 = \dfrac{10}{1,0} \times 10$

h1= 100 m

ÁGUA SALGADA

d= 1,2

$h2 = \dfrac{10}{1,2} \times 10$

h2= 88,3 m

ÓLEO

d= 0,85

$h3 = \dfrac{10}{0,85} \times 10$

h3= 117,7 m

GASOLINA

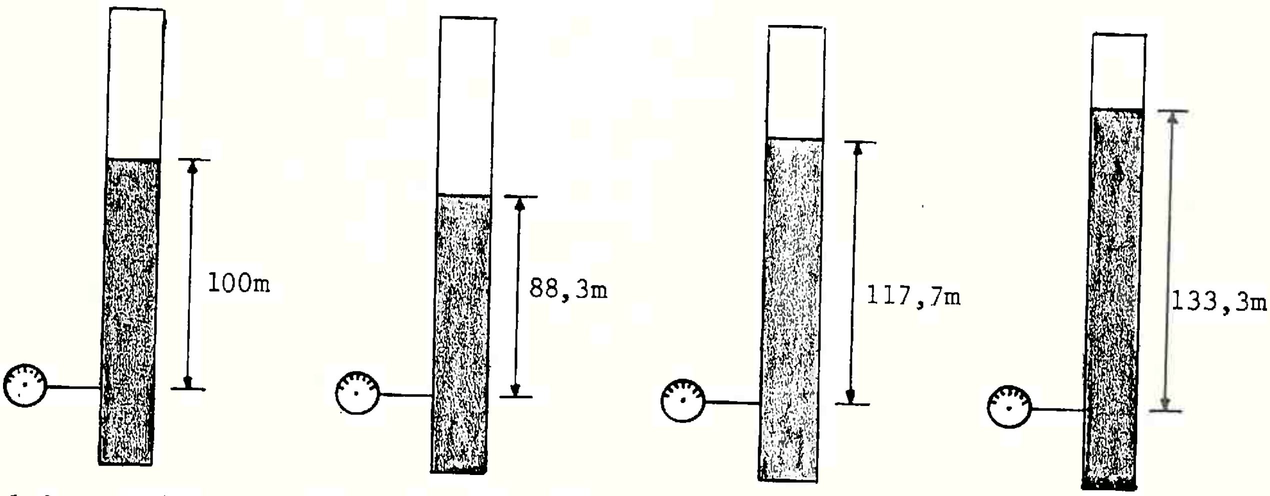
d= 0,75

$h4 = \dfrac{10}{0,75} \times 10$

h4= 133,3 m

b) Calcular as pressões que correspondem às alturas de coluna de líquido indicadas abaixo:

$$\boxed{P = \frac{\gamma \times h}{10}}$$



P1= 1,0 x 100/10

P1= 10Kgf/Cm2

P2= 1,2 x 88,3/10

P2= 10Kgf/Cm2

P3= 0,85 x 117,7/10

P3= 10Kgf/Cm2

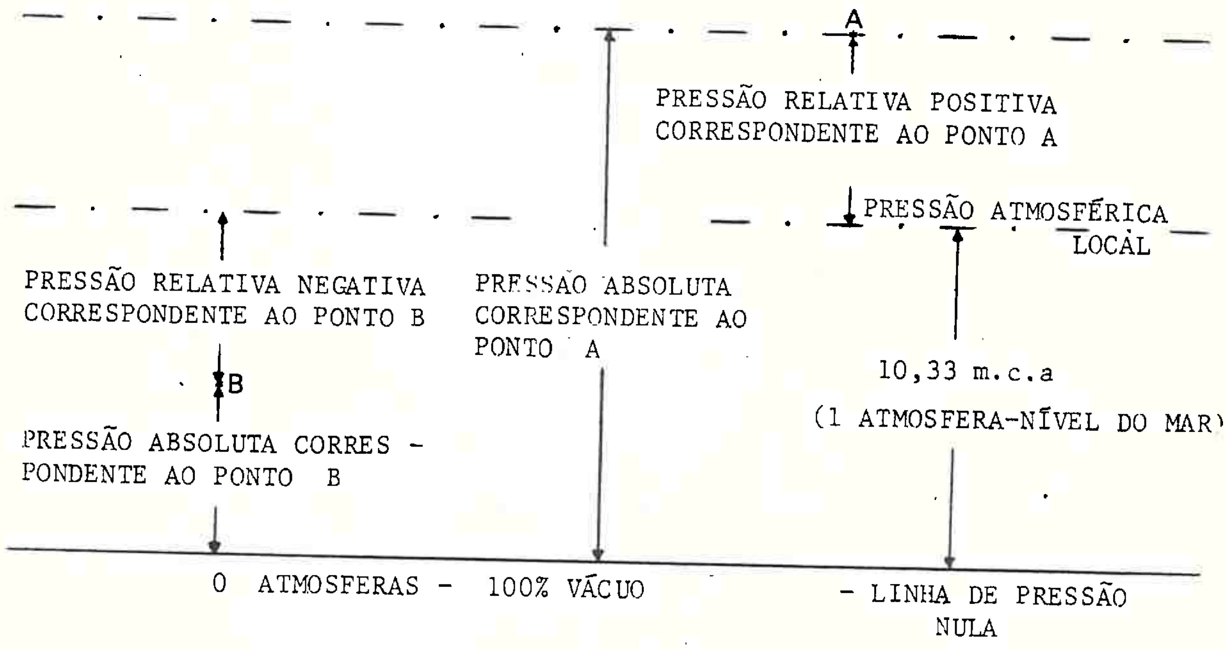
P4=0,75x133,3/10

P4=10 Kgf/Cm2

1.4 TIPOS DE PRESSÕES

Pressão atmosférica, pressão manométrica e pressão absoluta.

Para que possamos distinguir a diferença entre as pressões mencionadas acima é necessário analisar o gráfico apresentado abaixo.



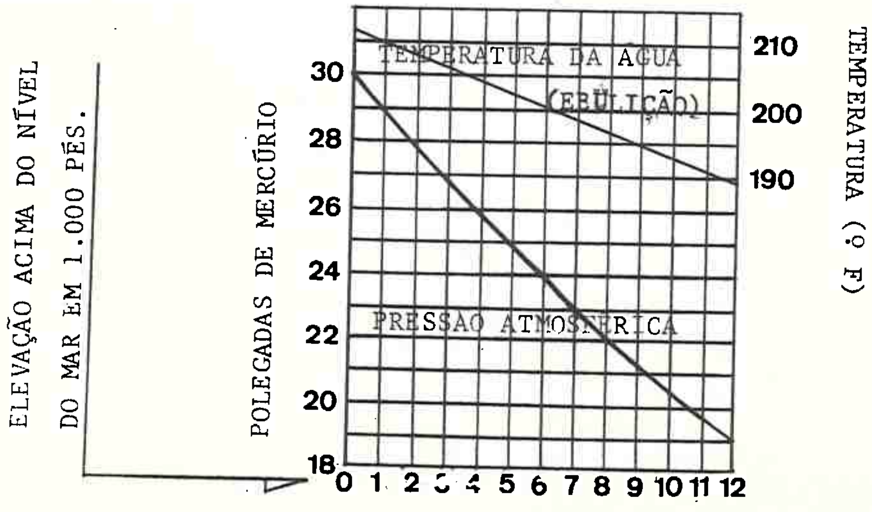
Analisando o gráfico verificamos que:

-Pressão absoluta é igual a pressão atmosférica mais a pressão efetiva.

-A pressão absoluta do vácuo perfeito é igual a zero.

-A palavra vácuo é frequentemente usada em referência à pressões inferiores às atmosféricas. O vácuo perfeito é igual a zero absoluto que é igual a 30 polegadas de mercúrio (Hg).

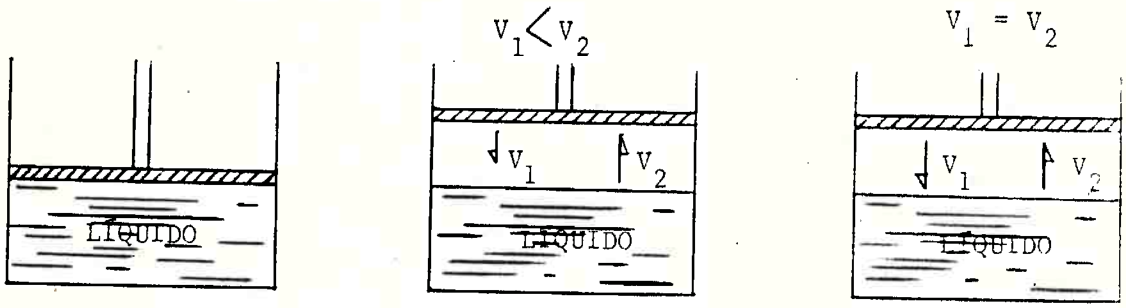
-Pressão atmosférica - é a força exercida em uma unidade de área pelo peso da atmosfera. A pressão atmosférica do nível do mar é 1,033Kg/Cm2, enquanto que para outras altitutdes este valor é variável em função do gráfico abaixo:



1.5 PRESSÃO DE VAPOR

Como estamos falando sobre vários tipos de pressão, achamos também válido considerar a pressão de vapor. A pressão do vapor de um líquido , à uma temperatura específica, é a pressão na qual o líquido está em equilíbrio com a atmosfera ou com seu vapor em um vaso fechado. As pressões abaixo dessa pressão de vapor a uma dada temperatura, o líquido começará a vaporizar-se devido à redução de pressão à superfície do líquido (A 15,5ºC a pressão de vapor da água é 0.018 Kgf/Cm2 e 100ºC é 1.033 Kgf/Cm2).

Consideremos um líquido qualquer, num sistema fechado, como por exemplo, num cilindro de compressão de tal modo que o embolo esteja em contato com o líquido.



Admitamos agora que o êmbolo seja elevado criando-se um vácuo sobre o líquido.

De acordo com a Teoria Cinética, as moléculas do líquido estão em constante movimento e aquelas da superfície, as quais possuem maior energia cinética, escapam passando ao estado de vapor.

O número de moléculas vaporizadas aumenta gradativamente e enquanto a vaporização prossegue, surge um novo fenômeno: o da Condensação de vapor das moléculas vaporizadas.

No início, a velocidade de vaporização é muito maior que a de condensação, porém com o aumento do número de moléculas vaporizadas, a velocidade de vaporização diminui enquanto que a velocidade de condensação aumenta.

Resulta que num determinado instante as duas velocidades se igualam e a partir deste momento, o número de moléculas vaporizadas permanece constante, desde que o êmbolo e a temperatura permaneçam constantes. A pressão deste vapor em equilíbrio com a fase líquida recebe o nome de pressão máxima de vapor do líquido ou tensão máxima de vapor ou pressão de vapor saturado.

Exemplos:

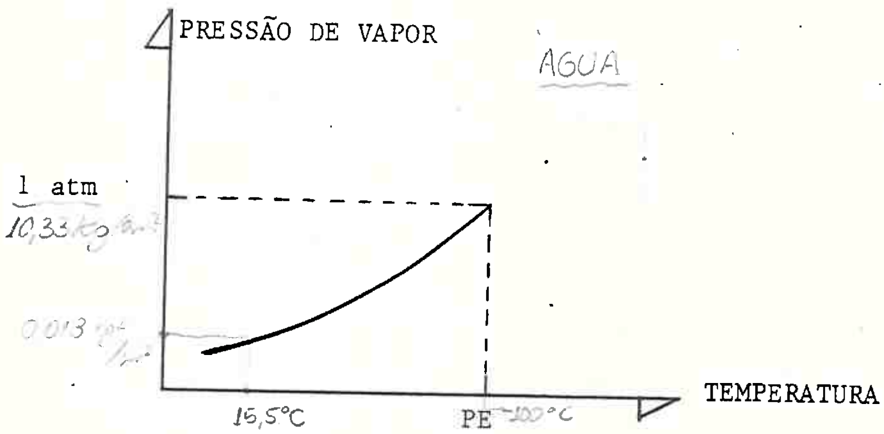
a) Pressão Vapor a 25ºC da H2O é 23,75 mm Hg

b) Pressão de vapor a 25ºC do benzeno é 74,66 mm Hg

Podemos notar que numa mesma temperatura os líquidos mais voláteis possuem mais pressão de vapor.

1.5.1 Influência da Temperatura na Pressão Máxima de Vapor

Sabemos que a elevação de temperatura aumenta a energia cinética das moléculas e portanto aumenta as velocidades de escape (ou de vaporização). Daí a pressão de vapor aumentar com a elevação de temperatura. Representando num gráfico a variação de pressão de vapor com a temperatura, obtemos a seguinte curva ascendente:



A pressão de vapor pode aumentar até se igualar à pressão externa. No caso desta ser a pressão atmosférica resulta que todo líquido se vaporiza.

É o fenômeno da ebulição.

T		Pv
10º C	-	9,2 mm HG
30º C	-	31,8 mm HG
70º C	-	233,7 mm HG
100º C	-	760 mm HG

ÁGUA

1.5.2 Independência da Tensão de vapor com a pressão externa

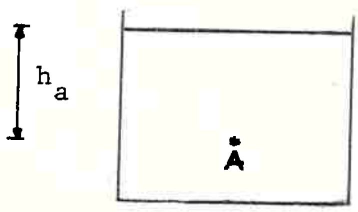
A tensão máxima de vapor de um líquido numa dada temperatura, independe da pressão externa(por exemplo a pressão que exercemos no vapor através do embolo). Aumentando-se a pressão interna, através do embolo, rompemos o equilíbrio entre as duas fases, a favor da condensação. Como consequência, a pressão de vapor permanece constante. (O fato é experimental). Se aliviarmos a pressão interna rompemos o equilíbrio a favor da vaporização e portanto o volume e a massa de vapor aumentam, permanecendo o mesmo valor para a pressão de vapor' (quando for atingido o novo equilíbrio).

1.6 ENERGIA DE PRESSÃO

Baseando na fórmula apresentada podemos afirmar que:

$h = \frac{P}{\gamma}$, onde h é a altura de líquido que é definida como <u>energia ' de pressão</u> do líquido.

Para que possamos visualizar o conceito acima,estamos apresentando na figura abaixo um líquido em repouso e um ponto A do fluído situado a uma distância hA abaixo da superficie, teremos uma pressão PA agindo' que é igual a:



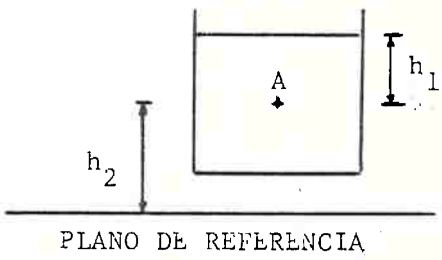
$PA = \gamma hA$ ou $hA = \frac{PA}{\gamma}$, onde hA é a energia do líquido expressa em termos de pressão.

1.7 <u>ENERGIA DE POSIÇÃO</u>

Ao analisarmos o ponto A de um fluído em repouso, conforme apresentado na figura abaixo, verificaremos que a energia de pressão é .... $h_1 = \frac{PA}{\gamma}$, e se o plano de referência for o ponto A, esta energia de pressão é a energia total.

Se o plano de referência estiver a distância h_2, verificaremos que a energia total será igual a energia de pressão mais a <u>energia de posição (potencial)</u>.

Assim sendo, a energia total será $h_1 + h_2$.



1.8 <u>ENERGIA CINÉTICA</u>

Ao analisar um fluído em movimento, verificamos que as suas partículas estão dotadas de uma velocidade e que a sua energia cinética é expressa por $h = \frac{V2}{2g}$, onde V é a velocidade das partículas expressa em m/s e g é a aceleração da gravidade expressa em m/s2.

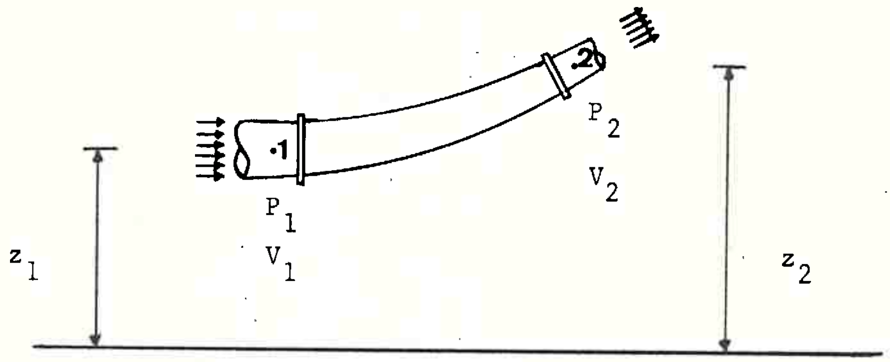
1.9 <u>ENERGIA TOTAL</u>

Pelo exposto acima concluímos que a energia total de um líquido em um ponto expressa por H é:

$$\boxed{\frac{P}{\gamma} + \frac{V2}{2g} + z = H}$$

1.10 TEOREMA DE BERNOULLI

Consideremos, um trecho de tubulação por onde escoa um certo líquido conforme mostra a figura.



O líquido flui do ponto 1 ao ponto 2.
Supondo que o líquido possui no ponto 1, uma velocidade V_1, pressão P_1 e altura Z_1 e no ponto 2, respectivamente, V_2, P_2 e Z_2, e supondo ainda que o líquido não recebe nem perde energia ao escoar de 1 para 2, podemos afirmar que a energia em 1 é igual a energia em 2, ou,

$$\boxed{\frac{P1}{\gamma} + \frac{V1^2}{2g} + z_1 = \frac{P2}{\gamma} + \frac{V2^2}{2g} + z_2}$$

A fórmula apresentada acima é uma expressão do teorema de Bernoulli. Devemos notar que esta expressão é válida somente para líquidos perfeitos. Para líquidos reais, existirão perdas por atrito entre as partículas do líquido e a do líquido com a tubulação entre os pontos 1 e 2. Assim podemos escrever:

$$\boxed{\frac{P1}{\gamma} + \frac{V1^2}{2g} + z_1 = \frac{P2}{\gamma} + \frac{V2^2}{2g} + z_2 + \text{perdas}}$$

1.11 EQUAÇÃO DA CONTINUIDADE

É a expressão que relaciona a vazão Q, a velocidade do líquido V e a área da seção de tubulação S. Para líquidos incompressíveis, podemos escrever:

$$\boxed{Q = S \times V}$$

A expressão mostra que para uma certa vazão Q, escoando através de uma tubulação, a velocidade do líquido é inversamente proporcional à área de escoamento, ou seja: se houver uma redução da área acarretará um aumento da velocidade e vice versa.

1.12 VISCOSIDADE

É a propriedade que os líquidos reais possuem de resistirem a qualquer força que produza escoamento.
A dimensão de viscosidade deverá ser força por unidade de área dividido pelo gradiente da velocidade. No sistema métrico temos:

$$\boxed{\mu = (\text{dina/Cm2}) \Big/ (\text{Cm/seg}) \quad /\text{Cm} = \frac{\text{dina - seg}}{\text{cm2}} = \text{g/cm - seg}}$$

Esta unidade é chamada poise. Como a maioria dos líquidos possuem baixa viscosidade, é comum usar-se o centipoise (0,01 poise). O símbolo representativo para viscosidade absoluta é μ .

Em muitos problemas encontram-se o valor da viscosidade dividido pelo peso específico do líquido. Chamamos esta viscosidade de ν, onde temos: $\nu = \mu/\gamma$ onde γ é o peso específico do líquido e μ a viscosidade absoluta do líquido. Assim temos:

$$\boxed{\nu = \frac{\text{g/Cm - seg}}{\text{g/Cm3}} = \frac{\text{cm2}}{\text{seg}}}$$

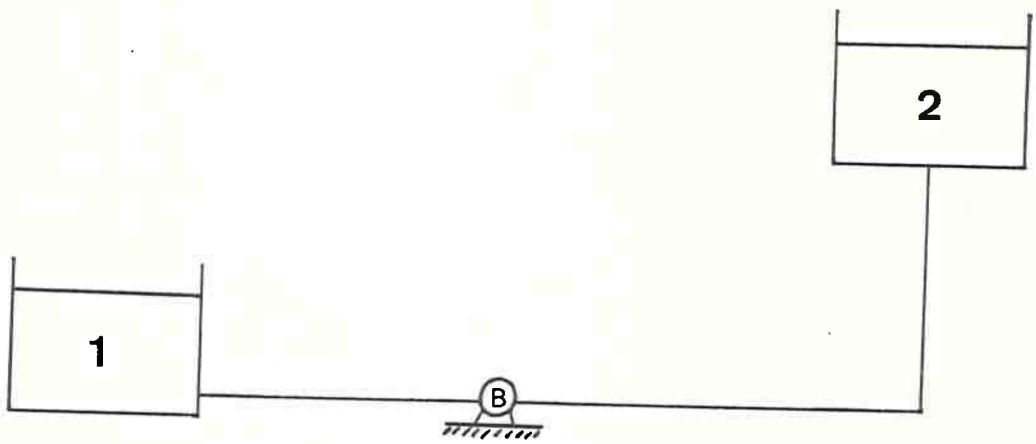
MÓDULO 2 - PARÂMETROS BÁSICOS DE SELEÇÃO

- Vazão, altura estática de sucção, altura estática de recalque, altura estática total, altura manométrica de sucção, altura manométrica de recalque, altura manométrica total, sistemas típicos de sucção e sistemas típicos de descarga.

PARÂMETROS BÁSICOS DE SELEÇÃO

Em qualquer instalação que haja a necessidade de se fazer a transferência de fluído entre dois pontos, haverá a necessidade de se adicionar a este uma máquina capaz de promover a referida transferência. Como sabemos em qualquer tipo de transferência de fluxo é imperativo a quantidade de fluído por unidade de tempo (VAZÃO) que deverá ser escoada, assim sendo resta-nos determinar a energia necessária a ser adicionada ao sistema, para que a transferência seja efetivada atendendo às nossas necessidades. Esta energia necessária é denominada ' ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL (AMT).

Passaremos agora a analisar uma instalação típica, ou seja, a figura abaixo representa esquemáticamente um sistema composto de 2 reservatórios, sendo o nº 1 uma cisterna de um edifício e o nº 2 uma caixa' de distribuição de água situado no terraço do 5º pavimento que necessitamos enchê-la em 1 hora. Sabendo-se que o volume total da caixa é 20.000 litros, concluimos que a VAZÃO é de 20.000 litros por hora.



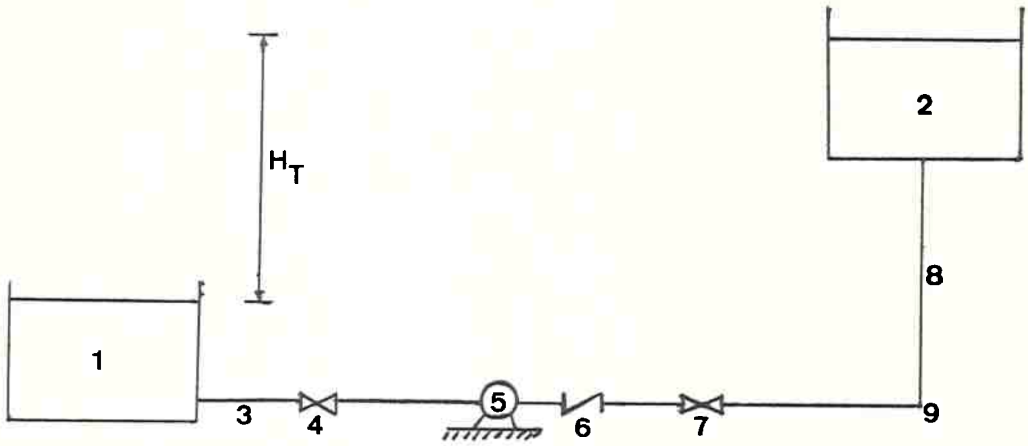
Como podemos verificar na figura será necessário fornecer ao sistema uma energia total que seja suficiente para provocar a transferência' de fluído do ponto 1 para o ponto 2. Esta energia será igual a soma' de duas parcelas que são:

A) A diferença de nível vertical compreendida entre as duas superfícies livres de líquido que denominamos ALTURA ESTÁTICA TOTAL (Ht).

B) O somatório de todas as perdas de carga (Σ hs) ao longo da instalação, ou seja, desde a saída da cisterna até a entrada na caixa.

Após a determinação dos dois valores acima calculamos a ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL que é igual a: AMT = Ht + Σ hs

Baseando-nos nos valores abaixo podemos calcular a AMT.



Ht = 20m

1 = cisterna

2 = caixa superior

3 = tubulação de sucção

comprimento total = 4m

diâmetro = 10"

4 = registro de gaveta 10"

5 = máquina hidráulica

6 = válvula de retenção 8"

7 = registro de gaveta 8"

8 = tubulação de recalque

comprimento = 30m

diâmetro = 8"

9 = curva longa 90º

Sabendo-se que AMT = Ht + Σ hs, temos que:

.HT = 20m

.Perdas de carga

a. Na sucção

Registro de gaveta = 1,7m de comprimento equivalente

Comprimento tubulação sucção = 4m

Comprimento real + equivalente = 5,7m

Fator de perda de carga = 1,40m/100m

Perda de carga = $5{,}7 \times \frac{1{,}40}{100} = 0{,}08$ m

b. Na descarga (recalque)

Válvula de retenção = 16m de comprimento equivalente

Registro de gaveta = 1,4m de comprimento equivalente

Curva de 90º longa = 4,3m de comprimento equivalente

Comprimento tubulação recalque = 30m comprimento real

Comprimento tubulação real + equivalente = 51,70m

Fator de perda de carga = 4,14m/100m

Perda de carga = $51{,}70 \times \frac{4{,}14}{100} = 2{,}14$m

c. Somatório das perdas de carga = 2,14 + 0,08 = 2,22m

.Pelo exposto acima podemos calcular a AMT, como segue:

AMT = 20 + 2,22 = 22,22m

Em função dos valores acima, ou seja, VAZÃO e AMT podemos selecionar uma máquina hidráulica capaz de fazer a transferência de fluxo do ponto 1 para o ponto 2, atendendo plenamente ao nosso requisito inicial que era encher a caixa em 1 hora. Lembre-se que a condição requerida é a VAZÃO, enquanto que a AMT é uma consequência da instalação. Caso o desnível geométrico seja maior a AMT será maior. Caso o diâmetro da tubulação seja menor que os informados, as perdas de carga serão maiores e consequentemente maior será a AMT.

Como nos próximos capítulos estudaremos a aplicação da máquina hidráulica no sistema, torna-se necessário que seja apresentado aqui os conceitos inerentes à sucção e descarga da referida máquina.

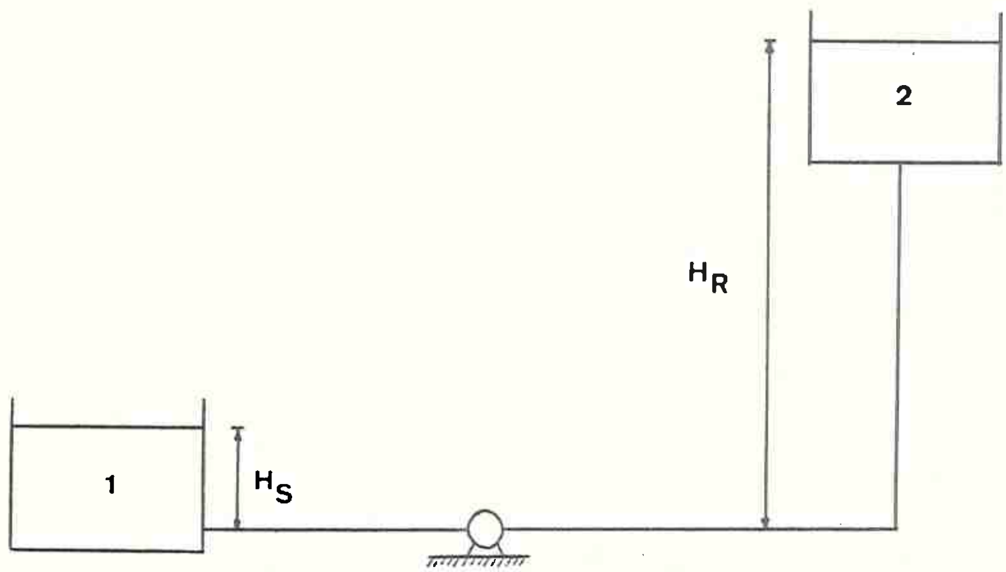
Entende-se por sucção, toda a parte da instalação compreendida entre o ponto de tomada do líquido, que no exemplo anterior é o início da tubulação na cisterna e a extremidade da tubulação na entrada da máquina.

Entende-se por descarga ou recalque, toda a parte da instalação compreendida entre a saída da máquina e a entrada da tubulação no reservatório de recalque, que no exemplo anterior é a extremidade da tubulação na caixa.

Definidos os conceitos de sucção e recalque, passaremos a determinar a AMT através de um segundo processo de cálculo, como segue:

a) Analisemos apenas o trecho de sucção, neste caso a altura vertical compreendida entre a linha de centro da máquina e a superfície livre do líquido é denominada ALTURA ESTÁTICA DE SUCÇÃO (Hs), e o somatório de todas as perdas na sucção chamaremos de hs.
A soma de Hs com hs nos fornecerá a ALTURA MANOMÉTRICA DE SUCÇÃO(AMS).
Notar que Hs será negativo quando a máquina estiver acima da superfície livre do líquido na sucção e será positivo quando estiver abaixo, assim sendo no exemplo dado abaixo temos que:

AMS = + Hs - hs



b. Analogamente passaremos ao trecho de recalque.

-ALTURA ESTÁTICA DE RECALQUE (Hr) - é a distância vertical entre a linha de centro da máquina e a superfície livre do líquido no reservatório de recalque.

-Somatório de perdas no recalque = hr

-ALTURA MANOMÉTRICA DE RECALQUE (AMR) = Hr + hr

Pelo exposto concluímos que:

AMT = AMR - AMS

Baseando-nos no exemplo anterior, calcularemos a AMT.

a.Cálculo da ALTURA MANOMÉTRICA DE SUCÇÃO

AMS = + Hs - hs

AMS = + 2 - 0.08

AMS = 1,92m

b.Cálculo da ALTURA MANOMÉTRICA DE RECALQUE

AMR = Hr + hr

AMR = 22 + 2,14

AMR = 24,14m

c.Cálculo da ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL

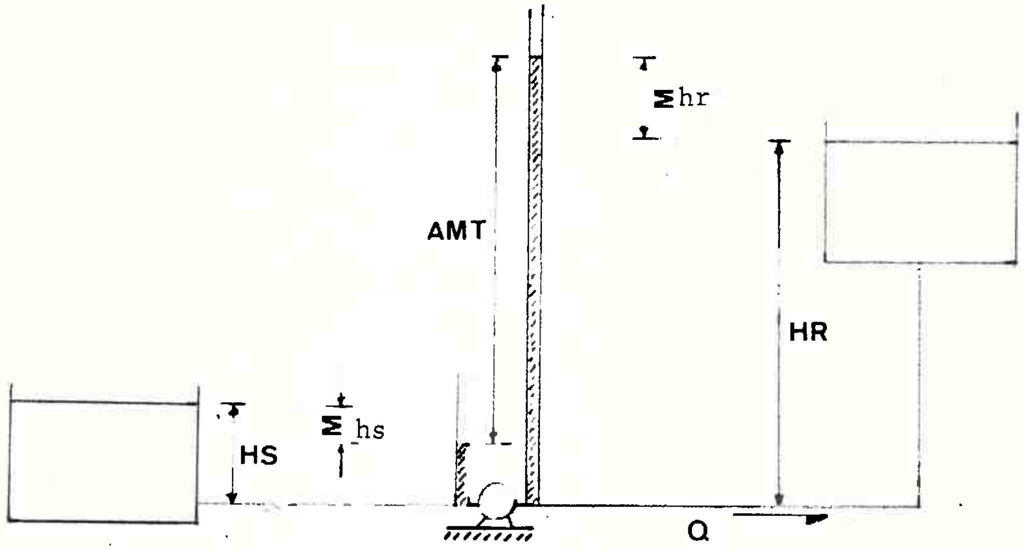
AMT = AMR - AMS

AMT = 24,14 - 1,92 = 22,22m

OBS: - SUCÇÃO AFOGADA - É caracterizada quando a máquina está abaixo da superfície livre do líquido no reservatório de sucção.

- MÁQUINA DE SUCÇÃO - É caracterizada quando a linha de centro da máquina está acima da superfície livre do líquido no reservatório de sucção.

Para efeito de visualização estamos apresentando graficamente a determinação da AMT.

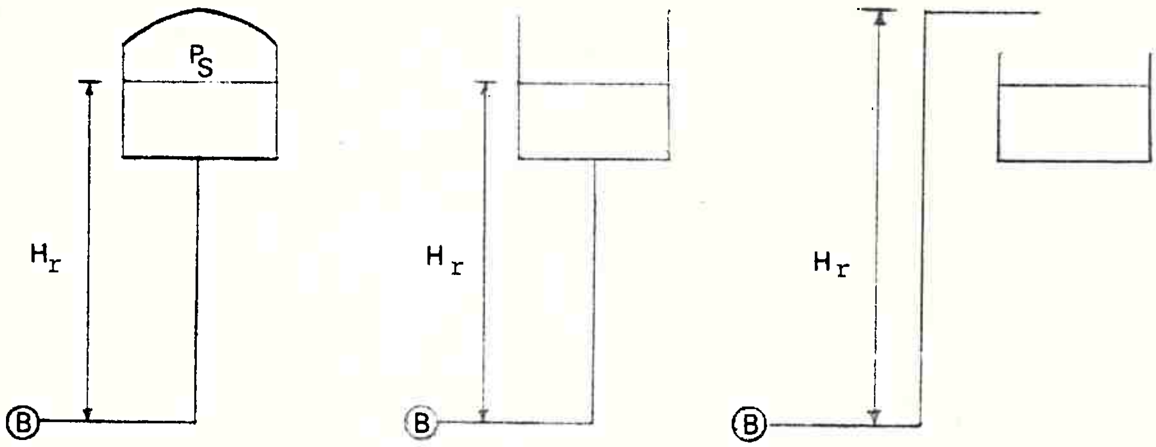


Se verificarmos a altura de líquido no tubo capilar na sucção da máquina, verificaremos que será igual a ALTURA MANOMÉTRICA DE SUCÇÃO (AMS) que é igual a ALTURA ESTÁTICA DE SUCÇÃO (HS) menos as perdas na sucção (hs), enquanto que a altura de líquido no tubo capilar da descarga da máquina terá que ser igual a ALTURA ESTÁTICA DE RECALQUE (HR) mais as perdas no recalque (hr) que é igual a ALTURA MANOMÉTRICA DE RECALQUE (AMR).
Pelo gráfico concluímos que AMT = AMR - AMS.

Na prática utilizamos os manômetros (indicam pressões positivas) e manovacuômetros (indicam pressões negativas) que no gráfico representamos por tubos capilares. Como o manômetro registra pressões, a leitura deverá ser corrigida de maneira que tenhamos o valor da energia (altura de líquido) no ponto considerado.

Suponhamos que a leitura no manômetro na sucção da máquina esteja, indicando o valor de 0,181 Kgf/Cm2 e o líquido considerado seja água. Para se obter o valor da altura de líquido devemos dividir a pressão pela densidade do líquido e multiplicar o resultado por 10 (dez). Assim obteremos a pressão de 1,81 mca (metros de coluna de água).

SISTEMAS TÍPICOS DE DESCARGA



AMR = Ps + Hr + hr AMR = Hr + hr AMR = Hr + hr

OBS: Para efeito de simplificação de cálculo podemos assimilar todo reservatório fechado sujeito a pressões internas, seja na sucção ou recalque, a alturas de coluna de líquido, ou seja, se a pressão é positiva a altura de líquido corresponde será positiva; se a pressão for negativa a altura também o será.

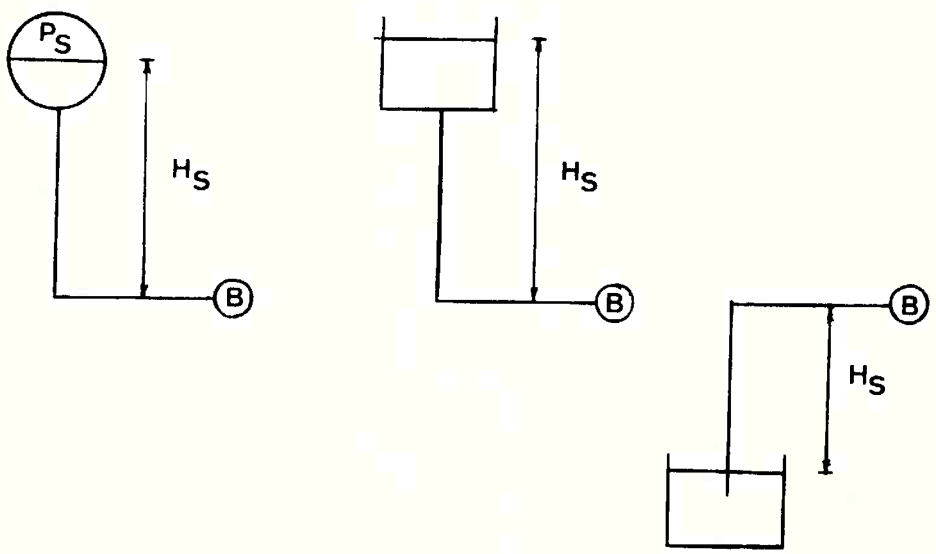
Como exemplo citamos o sistema típico de descarga em que o reservatório está sob pressão (PS). Neste caso a AMR foi considerada como Ps + Hr + hr, que pode ser assimilado a um reservatório aberto cuja altura estática seja igual a $Hr + \frac{Ps}{\gamma}$.

Lembre-se de que o manômetro registra apenas pressão, e como estamos estudando fluídos em movimento é necessário acrescentar à energia de pressão $\frac{p}{\gamma}$, a energia de velocidade do fluído no ponto considerado' $\frac{v2}{2g}$.

Se no exemplo dado a VAZÃO é de 20.000 l/h e o diâmetro é de 10", verifica-se na tabela que $\frac{v2}{2g}$ é igual a 0,1097m, dando assim como energia (altura) total 1,81 + 0,11 = 1,92 m que a ALTURA MANOMÉTRICA DE SUCÇÃO.

Para o manômetro de descarga teríamos 2,387 Kg/Cm2 na tubulação de 8", ou seja $\frac{V2}{2g}$ é igual a 0,2679m, resultando assim a ALTURA MANOMÉTRICA DE RECALQUE (AMR), como 23,87 + 0,27 = 24,14m.

<u>SISTEMAS TÍPICOS DE SUCÇÃO</u>



AMS = Ps + Hs - hs   AMS = Hs - hs   AMS =-Hs - hs