

UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS- UFLA
Departamento de Engenharia
ENG – 187 HIDRÁULICA GERAL
Prof. Geraldo Magela Pereira
Prof. Carlos Rogério de Mello

AULA PRÁTICA – 10

BOMBA de PISTÃO ACIONADA POR RODA D'ÁGUA

Este conjunto é formado por uma máquina motriz (roda) que aciona uma bomba alternativa (de pistão). É de muita utilidade em sítios, fazendas e locais onde existe um pequeno curso de água. Em muitas circunstâncias, substitui o carneiro hidráulico com grande vantagem.

Constituição e funcionamento do sistema:

Constitui-se basicamente, de uma roda de chapas de aço dotada de caçambas, um eixo de transmissão, em aço, girando sobre mancal com rolamento de esferas, uma bomba alternativa dotada de conjunto de lubrificação, tubulação de sucção, câmara de ar, tubulação de recalque com válvula de retenção e um cavalete de sustentação do sistema (Figura 1).

Uma bomba alternativa pode ser caracterizada como aquela que possui movimento de vai e vem, de um pistão ou êmbolo, podendo seu para frente e para trás ou para cima e para baixo, diferindo do funcionamento das bombas centrífuga e rotativa que possuem movimento circular.

O movimento circular da roda é transformado em movimento retilíneo, por meio de excêntricos instalados na extremidade do eixo de transmissão da roda d'água, cada um dos quais comanda uma biela e um pistão correspondente. Durante o movimento alternado de vai e vem, um dos pistões, pelo sentido do seu deslocamento, cria uma depressão (vácuo) abrindo a válvula de sucção, permitindo, assim, a entrada de água no cilindro devido à ação da pressão atmosférica reinante do reservatório de sucção (a escorva ocorre automaticamente – bomba autoescorvante). Neste mesmo tempo, o outro pistão, pelo seu movimento, desloca ou força a abertura da válvula de descarga e a água escoar para fora do cilindro contra a pressão resultante da carga dinâmica. Um dos inconvenientes da bomba de pistão se prende ao movimento intermitente da água recalçada. Esse inconveniente é atenuado com emprego câmaras de ar que funcionam como se fossem uma mola, tendendo a regularizar o jato d'água.

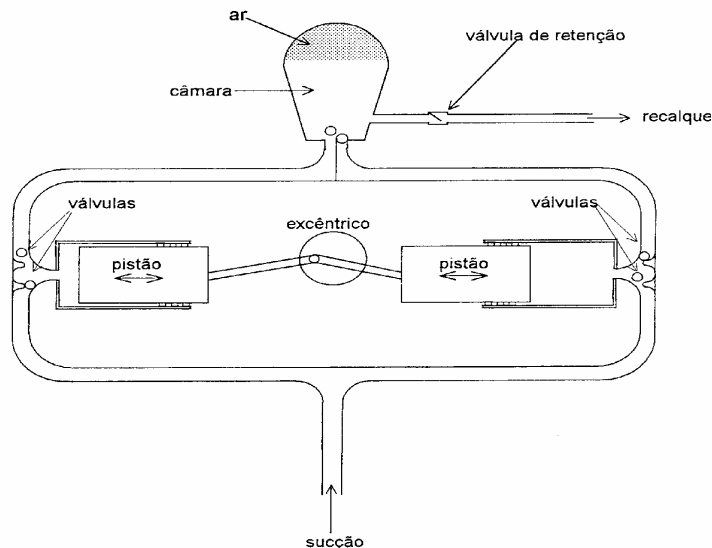


Figura 1: Esquema de uma bomba alternativa com dois pistões

Formas de acionamento da roda d'água

O acionamento da roda d'água pode ser feito de três formas:

- a) Água impulsora caindo sobre a roda: Esta é a situação mais comum e mais eficiente. A água é levada até a roda através de um tubo PVC rígido ou de uma calha de madeira, alvenaria ou chapas de aço. A bica ou calha deve ter dimensão e inclinação adequadas para que água caia suavemente sobre a roda, atingindo as primeiras canecas situadas logo adiante do topo da roda. Pequenas ajustagens na posição da calha, para frente ou para trás, levarão à maior rotação e portanto, melhor rendimento. A calha ou bica deve ficar 5 a 10 cm acima do topo da roda. Os diâmetros do tubo para acionamento da roda podem ser obtidos pela Tabela 1.

Tabela 1: Diâmetro do tubo para acionamento da roda

Vazão (l/s)	Diâmetro (")
Até 2	2
2 a 4	3
4 a 8	4
8 a 15	6
15 a 30	8
30 a 50	10
50 a 70	12

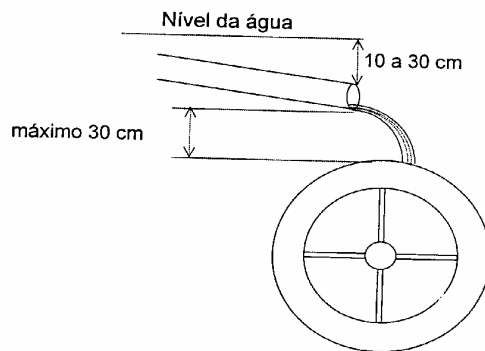


Figura 2: Roda d'água acionada por cima.

- b) Água impulsora passando sob roda de pás planas, em canaleta: É usado quando a queda do terreno for insuficiente para acionar a roda por cima. Nesse caso, a roda é instalada dentro de uma canaleta de alvenaria ou madeira com ligeira folga entre os lados e o fundo desta. A canaleta deve ser construída de maneira a aproveitar o máximo do desnível do terreno.

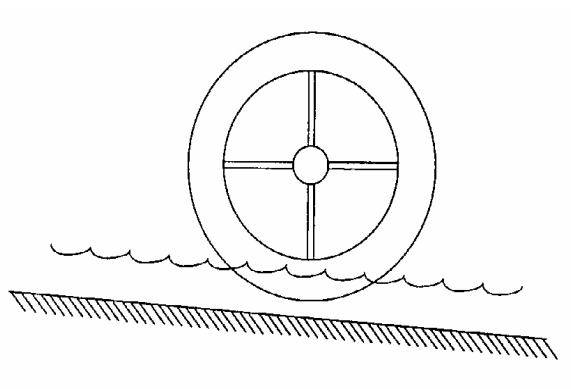


Figura 3: Roda d'água acionada por baixo.

- c) Bomba sobre flutuadores: Trata-se de um conjunto projetado especialmente para ser usado em correnteza de rio ou ribeirão. É usado quando o terreno não dispõe de queda para acionamento normal (bica com água caindo sobre a roda) e nem desnível suficiente que permita o acionamento através de roda com pás planas em canaleta. Neste caso, a bomba é montada sobre flutuadores (dimensionados para perfeito equilíbrio e aproveitamento) e movida por roda especial de pás planas. A transmissão do movimento é feita por polias dentadas e corrente com opções de ajuste da rotação ao eixo da bomba. O conjunto poderá ser fixado às margens por cabos de aço ou com utilização de sistema de âncoras.

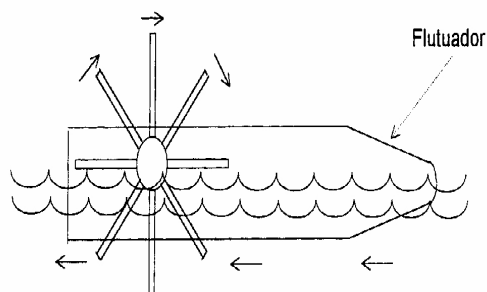


Figura 4: Roda d'água sobre flutuadores.

Instalação, operação e manutenção:

O sistema deve ser montado sobre um suporte (cavelete) e instalado sobre uma base firme e nivelada, podendo ser de concreto ou alvenaria, de forma a evitar vibrações que poderiam afetar o bom funcionamento do sistema.

A tubulação de sucção é conectada à parte inferior da bomba sendo que a altura máxima de sucção não deve ultrapassar a 6m. É aconselhável trabalhar com máximas menores.

Segundo recomendações de fabricantes deste tipo de bomba, a água deve entrar na bomba via sucção e não por gravidade.

Deve-se ainda, revestir essa extremidade da tubulação com tela de malha fina afim de evitar a passagem de detritos para o interior das válvulas da bomba, o que poderia causar falhas no rendimento da mesma.

A tubulação de recalque pode ser de tubos de ferro galvanizado, PVC rígido ou mesmo polietileno. Para tubulações de recalque longas e ou com grandes alturas de recalque, deve-se atentar para a escolha de um tubo que possa suportar a pressão que se desenvolverá no início da tubulação. Deve-se, no início da tubulação de recalque, instalar uma válvula de retenção.

Normalmente, este tipo de equipamento, se instalado, requer um mínimo de cuidado na manutenção. A manutenção periódica consiste da troca de óleo da bomba, regularmente, obedecendo critérios do fabricante e aperto e troca de gaxetas, também segundo as especificações para cada tamanho de bomba. A necessidade de aperto das gaxetas é identificada pelo excesso de vazamento de água entre o cilindro e o pistão.

Este sistema permite uma regulagem do movimento excêntrico, podendo ser alterado o curso dos pistões (diminuindo ou aumentando o passo do excêntrico), adaptando-se assim, a diferentes valores de vazões disponíveis. Assim sendo, no período da seca, quando é comum a diminuição da vazão da água impulsora, ocorrerá uma queda de rotação da roda. Se esta queda de rotação for

grande, a roda pode dar paradas, girando “aos tombos”. Neste caso, deve-se usar o recurso da redução do curso dos pistões.

Aumentando-se a água para acionar a roda, aumenta-se a rotação e portanto a produção da bomba. A relação entre a velocidade de rotação da roda e a produção da bomba é fornecida pelo fabricante.

Escolha do tipo e tamanho da bomba e roda d'água

A seleção do tipo e tamanho da bomba e roda d'água depende da vazão de acionamento, altura total de recalque e vazão necessária. Os fabricantes fornecem dados relativos a instalação e produção de diferentes modelos de bombas e rodas, indicando ainda os diâmetros de tubulações a serem utilizados em cada situação.

As Tabelas 2 a 6 que serão utilizadas nos exemplos de aplicação, são referentes à bomba e roda fabricadas pela Rochfer. Estas tabelas são válidas somente para o caso em que o acionamento se der com a água caindo sobre a roda.

ANÁLISE COMPARATIVA DO USO ENTRE CARNEIRO HIDRÁULICO E BOMBA ACIONADA POR RODA D'ÁGUA

Tanto o carneiro hidráulico quanto a bomba acionada por roda d'água são equipamentos úteis na elevação de água em propriedades rurais. Estes equipamentos requerem pouca manutenção e podem funcionar ininterruptamente às custas da energia hidráulica.

Cada um desses equipamentos apresenta suas particularidades. Dependendo das características do local de instalação, um ou outro aparelho pode se apresentar mais adequado, resultando em melhor eficiência. Sendo assim, as bombas conjugadas com roda d'água podem apresentar vantagens e desvantagens em relação a instalação de um carneiro hidráulico:

O carneiro hidráulico, aproveitando uma certa queda d'água, consegue elevar apenas parte desta. Além disso, por ser a água recalçada a mesma de acionamento, esta deve ser de boa qualidade para o abastecimento e consumo doméstico, o que nem sempre acontece.

As bombas conjugadas com roda d'água apresentam, neste aspecto, sua grande vantagem: podem ser movimentadas por águas superficiais sujas e contaminadas, mas pode bombear a água de boa qualidade de um poço raso, aberto nas proximidades, e elevá-la para o consumo doméstico. Além disso, outras vantagens apresentadas com o uso desta bomba são: o nível da fonte de captação pode estar até a 6m do eixo da bomba; as alturas de elevação e vazões recalçadas são, geralmente, maiores que aquelas obtidas pelos carneiros hidráulicos; à roda que aciona a bomba pode, também, ser acoplado um gerador de energia.

Por outro lado, o carneiro hidráulico, além de ser uma máquina mais simples, robusta e barata (custa, em média, 8 vezes menos que um conjunto bomba-roda d'água) funciona ao mesmo tempo, aproveitando a queda d'água e elevando uma fração desta, isto é, ele substitui, simultaneamente, a roda e a bomba. Além disso, o seu rendimento é relativamente elevado, variando na grande dos casos, entre 50 e 75%. A sua instalação é mais simples e requer menor manutenção e, a vazão para acionamento, geralmente, é bem menor que a necessária para acionar a roda d'água.

Já, as bombas conjugadas com roda d'água, além de apresentarem mais partes móveis, maior número de válvulas e preço elevado, dão o rendimento menor, em torno de 30 a 50%, considerando o sistema como um todo, ou seja, rendimento da roda e da bomba juntos.

Pelas vantagens e desvantagens apresentadas por cada um dos equipamentos, pode-se concluir que o carneiro hidráulico deveria ser usado todas as vezes que a qualidade da água não fosse limitante. No meio rural, todavia, a obtenção de água potável constitui, geralmente, o fator de maior importância. Daí a grande vantagem do uso das bombas acionadas por roda d'água, pois suas desvantagens em relação ao carneiro são grandemente compensadas pela obtenção de uma água de boa qualidade.

TABELA 2: Vazão mínima, em litros por segundo, para acionamento das rodas norma e super com 20 rpm, da marca ROCHFER.

Altura recalque (m)	PB-32	PB-38	PB-45	PB-51	PB-57	PB-70	PB-76	PB-89	PB-102	Tipo de Roda
10	1.0	2.0	2.5	3.0	5.0	6.0	8.0	9.0	10.0	Roda Normal
20	1.3	2.5	3.0	3.5	6.0	7.5	10.0	12.0	15.0	
30	1.7	3.0	3.5	4.5	7.0	9.0	12.0	15.0	20.0	
40	2.0	3.5	4.0	5.5	9.0	11.0	15.0	18.0	25.0	
50	2.5	4.0	5.0	7.0	11.0	13.0	17.0	21.0	30.0	
60	3.0	4.5	6.0	8.0	12.0	15.0	20.0	25.0	35.0	
70	3.5	5.0	7.0	10.0	13.0	17.0	23.0	30.0	40.0	
80	4.0	5.5	8.0	12.0	15.0	20.0	27.0	35.0	45.0	Roda Super
90	4.5	6.0	9.0	14.0	17.0	22.0	30.0	40.0		
100	5.0	7.0	10.0	16.0	18.0	25.0	35.0	45.0		
110	6.0	8.0	11.0	18.0	20.0	27.0	40.0	50.0		
130	7.0	10.0	13.0	22.0	22.0	30.0	45.0			
150	9.0	12.0	15.0		25.0	40.0	50.0			
170	10.0	14.0	20.0		28.0					
190		16.0			33.0					
210		18.0			38.0					
230		20.0								
250		22.0								

TABELA 3: Produção da bomba, em litros/dia, conforme velocidade de rotação (rpm)

Série	Modelo	10 rpm	20 rpm	30 rpm	40 rpm	Rotação Máxima (rpm)	Produção Máxima
Míni-bomba	PB-32	1.000	2.100	3.200	4.300	60	6.500
A	PB-38	2.400	4.900	7.500	10.000	50	12.300
	PB-45	3.500	7.000	10.500	14.000	50	17.500
	PB-51	4.500	9.000	13.500	18.000	50	22.500
B	PB-57	8.500	17.000	25.500	34.000	45	38.300
	PB-70	12.900	25.500	38.500	51.500	40	51.500
C	PB-76	17.800	35.500	53.500	-	40	71.000
	PB-89	24.500	49.000	73.500	-	40	71.000
	PB-102	32.300	64.500	96.000	-	32	103.000

OBS.: De acordo com o fabricante, a rotação das rodas normal e super é geralmente entre 20 e 30 rpm. A produção máxima é conseguida com roda especial, altura de recalque limitada e vazão de acionamento máxima.

TABELA 4: Informações gerais sobre os modelos de bombas ROCHFÉR

Série	Modelo	Cor	Diâmetro de saída da bomba	Recalque máximo (m)	Roda Normal Diâmetro (m) x Largura (m)	Roda Super Diâmetro (m) x Largura (m)
Míni-bomba	PB-32	Azul	½"	250	1.10x0.13	1.10x0.17
A	PB-38	Bege	¾"	250	1.37x0.17	1.37x0.25
	PB-45	Verde		180		
	PB-51	Azul		140		
B	PB-57	Bege	1"	220	1.90x0.22	1.90x0.36
	PB-70	Verde		150		
C	PB-76	Azul	1 ¼"	150	2.20x0.36	2.20x0.47
	PB-89	Bege		110		
	PB-102	Verde		80		

TABELA 5: Diâmetro da tubulação de recalque, de PVC rígido, em função do comprimento máximo da tubulação.

Modelo da bomba	Diâmetro da tubulação de PVC rígido						
	½"	¾"	1"	1 ¼"	1 ½"	2"	2 ½"
	Distância máxima (m)						
PB-32	10.000						
PB-38		8.000	25.000				
PB-45		5.000	15.000				
PB-51		2.500	10.000				
PB-57			3.000	10.000			
PB-70			1.500	5.000	15.000		
PB-76				2.500	7.000	17.000	
PB-89					4.000	10.000	
PB-102					2.500	6.000	18.000

TABELA 6: Diâmetro da tubulação de recalque, de polietileno, em função do comprimento máximo da tubulação.

Modelo da bomba	Diâmetro da tubulação de PVC rígido						
	½"	¾"	1"	1 ¼"	1 ½"	2"	2 ½"
	Distância máxima (m)						
PB-32	5.000	20.000					
PB-38		4.000	15.000				
PB-45		2.500	9.000				
PB-51		1.500	6.000	15.000			
PB-57			2.000	5.000	11.000		
PB-70			1.000	3.000	7.000	25.000	
PB-76				1.500	3.500	13.000	
PB-89					2.000	8.000	23.000
PB-102					1.000	4.000	12.000

ESCOLHA DO MODELO DE BOMBA DE PISTÃO ACIONADA POR RODA D'ÁGUA

EXEMPLO -1

DADOS:

- Vazão para acionamento (Q) = Não limitante
- Altura Total de Recalque (H) = 40 metros
- Vazão de bombeamento desejada (q) = 500 litros/hora = 12.000 litros/dia

PERGUNTA-SE: Qual o modelo da bomba a ser adquirida ?

SOLUÇÃO:

Pela **Tabela 2**, verifica-se que para 40 metros de elevação pode-se adotar, por exemplo, a **bomba PB 51**. A vazão mínima exigida por essa bomba é de 5,5 litros/seg, o que não se constitui em problema, uma vez que a vazão para acionamento não é limitante.

Considerando-se agora os dados da **Tabela 3**, verifica-se que para uma **rotação de 30 rpm** da roda, a **bomba PB 51** possibilita uma vazão bombeada de 13.500 litros/dia, ou seja, 562,5 litros/hora suficiente para atender a demanda.

EXEMPLO -2

O que aconteceria se no EXEMPLO – 1 fosse adotada a **bomba PB 45** ?

SOLUÇÃO:

De acordo com a **Tabela 2**, para uma altura de elevação de 40 metros a **bomba PB 45** necessita de uma vazão mínima de 4 litros/seg. para seu acionamento.

Consultando-se a **Tabela 3**, observa-se que essa bomba consegue elevar apenas 10.500 litros/dia quando a rotação da roda é de 30 rpm.

Para se adotar a **bomba PB 45**, torna-se necessário aumentar a vazão de acionamento e conseqüentemente a rotação da roda, afim de se atender à demanda.

EXEMPLO -3DADOS:

- Vazão para acionamento (Q) = 4 litros/seg.
- Altura Total de Recalque (H) = 40 metros

PERGUNTA-SE: Qual o modelo de bomba dará **maior vazão** bombeada (q) ?

SOLUÇÃO:

Pela **Tabela 2** , com H = 40 metros e Q = 4 litros/seg.,
a **MAIOR** Bomba acionada é a **PB 45.** , fornecendo uma vazão de 10.500 litros/dia a uma rotação de 30 rpm (Tabela 3).