

CONEM 2016
CONGRESSO NACIONAL DE
ENGENHARIA MECÂNICA

21 - 25
AGOSTO DE 2016
FORTALEZA - CEARÁ

DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA DE BOMBEAMENTO PARA IRRIGAÇÃO NO INSTITUTO FEDERAL DE PERNAMBUCO - CAMPUS CARUARU

Felipe Pereira da Silva, felipe.psilva92@gmail.com¹

Arleson Kennedy França dos Santos, arleson.kennedy@hotmail.com²

Aluscka Aretuza Vieira Silva, aluscka@hotmail.com³

Caio Vinícios Juvêncio da Silva, caiovinicios91@hotmail.com⁴

^{1,2,3,4}Instituto Federal de Pernambuco (IFPE), Distrito Industrial II - Estr. do Alto do Moura, CEP 55040-120, Caruaru, PE, Brasil.

Resumo: A irrigação é uma técnica utilizada na agricultura que tem como objetivo principal o fornecimento controlado de água para as plantas em uma quantidade suficiente, assegurando a sua produtividade e a sua sobrevivência. Além disso, a precipitação natural, em alguns casos, enriquece o solo com elementos fertilizantes. Este trabalho tem como objetivo o dimensionamento de uma bomba para um sistema de irrigação da área verde do Instituto Federal de Pernambuco - Campus Caruaru, que é formada principalmente por gramado. O dimensionamento da bomba é um importante método para assegurar que a operação seja otimizada, evitando assim a escolha de uma bomba subdimensionada, que não atende os requisitos de operação, ou uma bomba superdimensionada, que pode ocasionar o desperdício de água e energia, tendo como consequência um elevado custo de operação. Buscou-se então, com embasamento teórico na literatura, uma metodologia simples e de fácil compreensão para o dimensionamento. Analisando o terreno, foi possível fazer um estudo de tal forma que, a partir dos cálculos realizados, selecionou-se uma bomba adequada para operar na aplicação em questão.

Palavras-chave: Bomba, Dimensionamento, Agricultura, Irrigação

1. INTRODUÇÃO

Irrigação é uma técnica utilizada na agricultura que tem por objetivo o fornecimento controlado de água para as plantas em quantidade suficiente e no momento certo, assegurando a produtividade e a sobrevivência da plantação. Complementa a precipitação natural, e em certos casos, enriquece o solo com a deposição de elementos fertilizantes. O manejo adequado da água pode conduzir a excelentes resultados na produção de alimentos, porém, seu mau uso provoca degeneração do meio físico natural (PAZ, TEODORO & MENDONÇA, 2000). Diversos fatores são de suma importância para esse método, a origem de captação de água influi diretamente no sistema, pois, dependendo do trajeto, disponibilidade e qualidade da água, tem-se um sistema eficiente. Esta garante a estabilidade econômica para os agricultores evitando os fracassos pelos efeitos da falta de água na lavoura (MARINI, 2006).

De acordo com o Banco Mundial (1990) o potencial de irrigação do Brasil é estimado em cerca de 29 milhões de hectares, excluindo as bacias do Amazonas e do Tocantins, na região Norte. Em 1998 a área irrigada era de apenas 2,87 milhões de hectares (TESTEZLAF et al., 2002). No entanto, segundo a Agência Nacional de Águas (ANA), em 2013 o Brasil possuía uma área irrigada de somente, cerca de 1,2 milhão de hectares. Visto isso, a utilização consciente, o reaproveitamento de água e o transporte da mesma sem desperdício mostram-se fundamentais no âmbito hídrico.

Uma localidade deve conter todo seu sistema estrutural em perfeito estado e manutenção constante, a instalação hidráulica não se comporta diferente. Segundo GRAÇA (1985), a harmonia funcional é a inter-relação entre os subsistemas visando o adequado relacionamento Homem - Local - Meio ambiente. Como as demandas por água e os materiais das tubulações (plásticos e metais), depende de fatores como clima, cultura, economia, demandas individuais, idade e sexo (WONG e MUI, 2007), tem-se diferentes normas no mundo. A análise será baseada na norma brasileira NBR 5626 que ao longo dos anos vem sendo revisada, mas que teve sua última atualização em 1998 (ABNT NBR 5626, 1998).

O local selecionado para o estudo de caso foi o Instituto Federal de Pernambuco, campus Caruaru, em que, sua estrutura mostrou-se adequada para a aplicação do sistema proposto, visando que em sua proximidade existe um lago natural, onde será mais que suficiente para suprir as necessidades hídricas da vegetação do campus.

O sistema utilizado para a irrigação foi o de aspersão convencional, esse sistema constitui-se tradicionalmente de um conjunto de condutos forçados, formando a linha principal e as linhas laterais portáteis, que são deslocadas ao longo do campo, a fim de que toda a área seja irrigada.

Entre as principais vantagens da aspersão convencional, destacam-se:

- A não exigência de um processo de sistematização do terreno;
- A disponibilidade de maior área cultivável;
- O fato de não existir restrição quanto ao horário de aplicação;
- Não causar problemas de erosão no solo.

Uma das partes críticas do dimensionamento é a otimização da bomba adequada, para que supra as necessidades de projeto, além de ter um menor custo-benefício. Diante disso, o projeto proposto, além de dimensionar o sistema de irrigação, seleciona a bomba que atenda todas as necessidades explicitadas.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Características do terreno

No terreno do campus tem-se a disponibilidade de um lago, o qual será usado como fonte hídrica. As características do terreno são de 3,15 de desnível do lago até o ponto de irrigação. Na figura 1 pode-se visualizar a área a ser irrigada que foi calculada com uma fita métrica totalizando 1772m².

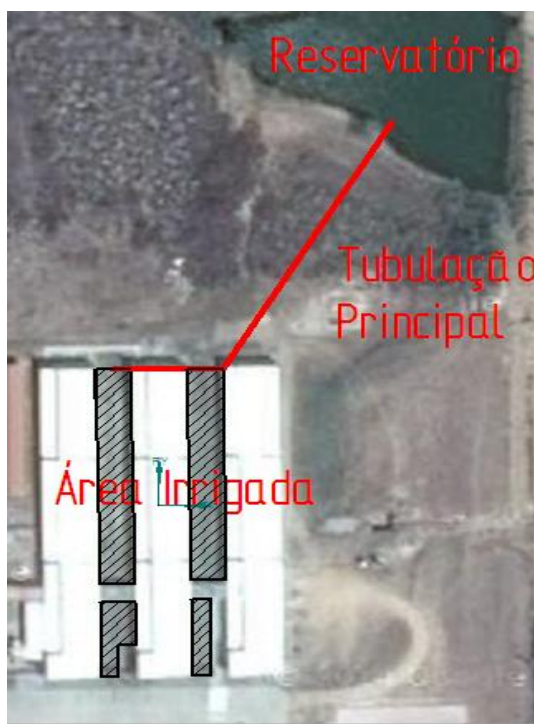


Figura 1. Terreno do Instituto Federal de Pernambuco, campus Caruaru

Na figura 2 pode-se visualizar a área a ser irrigada em função das linhas laterais e da distribuição de aspersores. As linhas laterais, representada pela cor verde, são onde os aspersores serão acoplados. A linha vermelha por sua vez, representa a vazão na linha principal.

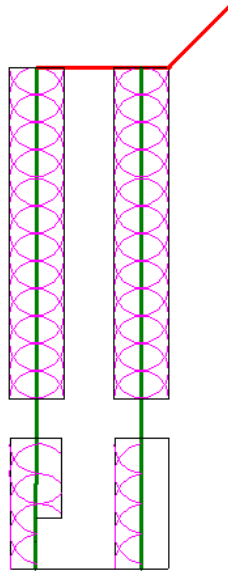


Figura 2. Área irrigada

2.2. Aspersores

A escolha dos aspersores foi feita com base nas áreas a serem irrigadas conforme a figura 2 em que foi traçado a disposição dos aspersores. O diâmetro de alcance dos aspersores que se projetou foi de 5,5m. Com isso escolheu-se o **ASPERSOR SERIE 3500 – Rainbird** que oferece o recurso de regulação do setor de rega pelo topo utilizando apenas uma simples chave de fenda, variando, assim, o diâmetro de alcance entre 4,6-10,7m. O produto também oferece a regulação do setor parcial de rega de 40° a 360° e círculo completo com retorno na mesma unidade.

3. CÁLCULOS NECESSÁRIOS

Para o cálculo da vazão na linha lateral utilizaremos:

$$Q_l = n^{\circ} a \times Q_a \quad (1)$$

Em que:

Q_l = Vazão na linha lateral [m^3/h];

$n^{\circ} a$ = Número de aspersores;

Q_a = vazão de cada aspersor [m^3/h];

Para que o fluido tenha um escoamento laminar, é necessário que a sua velocidade no encanamento seja entre 1 a 2m/s, conforme é recomendado por Biscaro (2009). Assim, podemos calcular o diâmetro da tubulação admitindo um diâmetro que proporcione uma velocidade fique entre 1 a 2m/s.

$$Q_l = v \times A \quad (2)$$

$$v = \frac{Q_l}{\frac{\pi \times D^2}{4}} \quad (3)$$

Na qual:

Q_l = Vazão na linha lateral.

v = velocidade do fluido na tubulação.

A = Área da seção transversal da tubulação.

D = diâmetro da tubulação.

O comprimento da tubulação lateral é de 271m. No quadro abaixo estão representados os comprimentos equivalentes da tubulação e dos acessórios da linha lateral.

Tabela1. Comprimentos equivalentes dos equipamentos necessários para a irrigação.

	Comprimento equivalente a perdas (m)	Quantidade	Total equivalente às perdas. (m)
Tubulação da linha	96	1	96
Tê passagem direta	0,5	17	8,5
Cotovelo 90° raio curto	0,8	1	0,8

Da tabela tiramos um comprimento equivalente (L_{eq}) de 105,3m, o qual será usado para cálculo da perda de carga. Para isso é necessário calcular o fator de fricção que pode ser determinado pelo número de Reynolds (R_e).

$$R_e = \frac{\rho v D}{\mu} \quad (4)$$

Pelo Diagrama de Moody encontramos a fator de fricção considerando a rugosidade do PVC rígido, $\varepsilon = 0,005$. Assim temos que $f=0,004$ possibilitando o calculo da perda de carga pela equação 5.

$$J_l = f \times \frac{L_{eq}}{D} \times \frac{v^2}{2g} \quad (5)$$

A vazão é calculada multiplicando a vazão de cada aspersor pelo número de aspersores no sistema.

$$Q_p = N^0 a \times Q_a \quad (6)$$

Onde:

Q_p = Vazão na linha principal.

Com as perdas de carga pode-se calcular a pressão necessária na entrada da tubulação principal, para que seja mantido uma pressão de serviço de 201kpa nos aspersores, da seguinte maneira:

$$\frac{p_3 - p_4}{\gamma} = h_e + J_t \quad (7)$$

Onde:

p_3 = pressão na entrada da tubulação principal;

p_4 = pressão nos aspersores (linha lateral);

J_t = perdas nas duas tubulações

Obtêm-se a altura manométrica total da bomba, somando-se o desnível, as perdas de carga de sucção e recalque e a pressão em que o sistema irá trabalhar no caso 201kpa. A altura manométrica total é dada pela seguinte fórmula Para o cálculo da altura de elevação iremos utilizar a seguinte expressão:

$$H = h_e + J_a + J_p + \frac{P_4}{\gamma} \quad (8)$$

3.1 Tempo de irrigação

A necessidade de água de um gramado durante o verão é de 6 litros por metro quadrado por dia. Para que não haja o desperdício de água iremos calcular o tempo de rega, ou seja, o tempo em que os aspersores ficarão ligados. Para esse cálculo, calcular-se-á a vazão necessária, e com a vazão que os aspersores dispõem calcularemos o tempo de rega.

$$Q_n = N \times A_t \quad (9)$$

Onde:

Q_n = vazão necessária;

A_t = Área a ser irrigada (m^2);

N = Necessidade de água [l/dia* m^2]

Dividindo a vazão total (linha principal) pela vazão necessária por dia, tem-se o tempo de rega necessário, ou seja:

$$t_{rega} = \frac{Q_n}{Q_p} \quad (10)$$

4. RESULTADOS E CONCLUSÃO

Analisando os cálculos realizados, a bomba que mais se mostrou adequada às especificações de projeto, levando em conta uma pressão e vazão nos aspersores, respectivamente de 201 kpa e 0,2557m³/h, foi a que atende a uma vazão de 443 l/h e altura manométrica de 24,67 mca. Com a análise de custo, foi constatado que o investimento para a viabilidade do projeto seria cerca de R\$ 6500,00 assim como ilustra a tabela abaixo:

Tabela 2. Tabela de investimento no projeto proposto.

Produto	Preço (R\$)	Quantidade	Total (R\$)
ASPERSOR SERIE 3500	78,07	36	2810,52
Bomba	2290,36	1	2290,36
Tubo Soldável marrom 32 mm	5,82 - 6m	96	92,80
Tubo Soldável marrom 50 mm	60,90 – 6m	114	1157,1
Válvula de pé e crivo 50mm	24,90	1	24,90
Curva 90° raio curto 50mm	5,50	1	4,50
Cotovelo 90° raio longo 50mm	12,00	5	60,00
Cotovelo 90° raio médio 50mm	6,95	1	5,95
Redutor 50-32mm	3,90	2	7,80
Cotovelo 45° raio médio	4,25	1	4,25
Tê passagem direta 50mm - Tigre	9,50	1	9,50
Tê passagem direta 32mm	4,00	17	68,00
Cotovelo 90° raio curto 32mm	3,30	1	3,30
Total			6538,98

Com base nos estudos levantados, pode-se perceber que o dimensionamento de um sistema de irrigação é de suma importância para que não ocorram gastos desnecessários com um sub/superdimensionamento da bomba a ser utilizada e principalmente o desperdício de recursos hídricos. Para que o sistema tenha um desempenho satisfatório, funcionando dentro dos parâmetros exigidos no projeto, se fez necessário a utilização sistemática de modelos matemáticos disponibilizados nas bibliografias citadas nas referências, levando em conta algumas estimativas e considerações.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Federal de Pernambuco pelo apoio ao desenvolvimento desta pesquisa e a todos os envolvidos.

6. REFERÊNCIAS

- MACINTYRE, A. J., *Bombas e Instalações de Bombeamento*, 2 ed. Rio de Janeiro, RJ: Editora LTC, 1997.
- CARVALHO, D. F., *Instalações Elevatórias. Bombas*, 2º ed. Belo Horizonte, MG: FUMARC, 1979
- EMBRAPA, *Mapa da agricultura no Brasil*. Disponível em : <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/noticia/2531814/ana-e-embrapa-fazem-mapa-da-agricultura-irrigada-no-brasil>> Acesso em 05 abril 2016.
- FOX, R.W., *Introdução a Mecânica dos Fluidos* – 7ª ed – Rio de Janeiro, LTC, 2013.
- PALMIERI, A. C. *Manual de hidráulica Básica*, 10ª Ed. Porto Alegre: Albarus Sistemas Hidráulicos Ltda., 1997.
- PORTAL BRASIL, *Agricultura irrigada gera ganhos para o Brasil*. Disponível em <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2013/04/agricultura-irrigada-impulsiona-ganhos-de-productividade-nas-cinco-regioes-do-pais>> Acesso em 07 abril 2016.
- HENN, E. A. L. *Máquinas de fluido*, 2º ed. Porto Alegre: Editora UFSM, 2006.

7. RESPONSABILIDADE AUTURAL

“Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”.

THE DIMENSIONING OF A PUMPING IRRIGATION SYSTEM FOR THE FEDERAL INSTITUTE OF PERNAMBUCO - CAMPUS CARUARU

Felipe Pereira da Silva, felipe.psilva92@gmail.com¹

Arleson Kennedy França dos Santos, arleson.kennedy@hotmail.com²

Aluscka Aretuza Vieira Silva, aluscka@hotmail.com³

Caio Vinícios Juvêncio da Silva, caiovinicios91@hotmail.com⁴

^{1,2,3,4}Instituto Federal de Pernambuco (IFPE), Distrito Industrial II - Estr. do Alto do Moura, CEP 55040-120, Caruaru, PE, Brasil.

Abstract. Irrigation is a technique used in agriculture that has as the main objective the water supply of water for the plants in sufficient quantity and in a controlled way, ensuring their productivity and survival. Additionally, natural precipitation, in some cases, can enrich the soil with fertilizers elements. This work aims to design a pump for the irrigation of the green area of the Federal Institute of Pernambuco, which consists mainly of lawn. The dimensioning of the pump is an important method to ensure that the operation is optimized, avoiding the choice of an undersized pump that does not attend the operating requirements, or even an oversized pump, which can cause the waste of water and energy, having as consequence a higher operation cost. It was sought then, with theoretical background in the literature, a simple and easy methodology for dimensioning of a pump. Analyzing the terrain, it was possible to make a study so that, from the calculations, an appropriate pump was selected to operate in the application in question.

Keywords: Pump, Dimensioning, Agriculture, Irrigation.