

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
THIAGO BERTAIOLI

DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA HIDRÁULICO PARA IRRIGAÇÃO DE UVAS

CASCADEL - PR
2020

CENTRO UNIVERSITÁRIO ASSIS GURGACZ
THIAGO BERTAIOLI

DIMENSIONAMENTO DE SISTEMA HIDRÁULICO PARA IRRIGAÇÃO DE UVAS

Trabalho apresentado na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso: Proposta ou Pré-Projeto, do Curso de Engenharia Mecânica, do Centro Universitário Assis Gurgacz, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Professor Orientador: Rogerio Luiz Ludegero

CASCADEL - PR

2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, primeiramente, por ter a oportunidade de cursar uma faculdade e permitir que chegasse até o fim. Aos meus pais, Rafael Francisco Bertaioli e Tisiane Cortez Couto Bertaioli, por acreditarem todos os dias em mim, e nunca mediram esforços para que eu pudesse seguir com meus objetivos. Quero agradecer à minha falecida avó Adelia Macali Bertaioli, que tanto me apoiou e esteve comigo a vida toda, mas que infelizmente por complicações de saúde nos deixou recentemente. Ao meu orientador Rogério Luiz Ludegero, pelo empenho em me ajudar e por todas as lições que aprendi. À minha esposa Maria Carolina Luzzi, que a todo tempo me incentivou e apoiou em todos os momentos dessa longa caminhada. Quero agradecer também a todos amigos e familiares que de uma forma ou outra participaram dessa caminhada e permitiram que esse momento fosse possível.

RESUMO

Localizada na cidade de Chopinzinho no interior do estado do Paraná está localizada a fazenda onde foi abordado o tema do projeto de Pesquisa, o qual aborda a captação e bombeamento de água para irrigação de uvas com a finalidade de fabricação de vinhos, buscando uma alta eficiência por meio de um sistema hidráulico de gotejamento que será dimensionado para atender ou não a demanda de água necessária para tal irrigação. O objetivo da pesquisa é dimensionar o sistema hidráulico que atenda a demanda de água necessária para irrigação das uvas sem desperdícios de água, para que se tenha um padrão de qualidade na produção das mesmas, uma vez que uma não uniformidade na produção das uvas, um mesmo vinho poderá apresentar diferentes tipos de qualidade. Deve-se primeiramente caracterizar o local onde será feito o estudo, analisando disponibilidade de água, desníveis do terreno, distância do ponto de captação da água até onde se deseja fazer a irrigação. Posteriormente é preciso identificar o tipo de irrigação que se deseja usar, para que se tenha ciência de quais componentes serão utilizados na montagem do sistema, sendo esses componentes as tubulações, emissores de água, filtros, válvulas. A escolha da bomba hidráulica é de fundamental importância em uma instalação hidráulica, pois, dela depende todo o funcionamento, desde a captação da água no reservatório até a irrigação final na raiz da planta. A seleção da bomba que atenda a demanda do projeto depende das características do desnível, vazão de água que se deseja elevar, e com isso também pode se definir os diâmetros de tubulação de sucção e recalque.

Palavras-chave: Sistema hidráulico; Irrigação; Gotejamento; Bomba hidráulica.

ABSTRACT

Located in the city of Chopinzinho in the interior of the state of Paraná is located the farm where the theme of the Research project was addressed, which addresses the collection and pumping of water for irrigation of grapes for the purpose of making wines, seeking high efficiency through a hydraulic drip system that will be sized to meet or not the water demand required for such irrigation. The objective of the research is to dimension the hydraulic system that meets the water demand necessary for irrigation of the grapes without waste of water, so that there is a quality standard in their production, since a non-uniformity in the production of the grapes, a the same wine may have different types of quality. Firstly, it is necessary to characterize the place where the study will be carried out, analyzing water availability, terrain unevenness, distance from the water catchment point to where irrigation is desired. Subsequently, it is necessary to identify the type of irrigation to be used, so that it is aware of which components will be used in the assembly of the system, these components being pipes, water emitters, filters, valves. The choice of the hydraulic pump is of fundamental importance in a hydraulic installation, since all operation depends on it, from the collection of water in the reservoir to the final irrigation at the root of the plant. The selection of the pump that meets the demand of the project depends on the characteristics of the unevenness, water flow that you want to raise, and with this you can also define the diameters of the suction and discharge piping.

Key words: Hydraulic system; Irrigation; Drip; Hydraulic pump.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Irrigação por aspersão Subcopa (lado esquerdo) e Sobrecoma (lado direito).	17
Figura 2: Bomba centrífuga em corte.....	20
Figura 3: Custo em um sistema de bombeamento	24
Figura 4: Localização da propriedade	27
Figura 5: Esboço esquemático do sistema de bombeamento a ser implantado.....	28
Figura 6: Fita gotejadora	29
Figura 7: Filtro	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Diâmetros molhados para gotejadores com diferentes vazões e tipos de solo.....	19
Tabela 2: Coeficiente de Hazen-Williams.....	23
Tabela 3: Folga para motores elétricos.....	25
Tabela 4: Potências comerciais para motores elétricos (cv).....	26
Tabela 5: Componentes escolhidos a partir dos cálculos	34

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Vazão a ser elevada.....	21
Equação 2 – Altura manométrica da instalação.....	22
Equação 3 – Fórmula de Hazen - Williams.....	22
Equação 4 – Diâmetro de Sucção	24
Equação 5 – Diâmetro de Recalque.....	24
Equação 6 – Potência da Motobomba	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

L/h	Litros por hora
Kgf/cm²	Quilograma força por centímetro quadrado
cm	Centímetros
mm	Milímetros
m³/s	Metros cúbicos por segundo
m³	Metros cúbicos
s	Segundos
Hg	Desnível geométrico
Ht	Perda de carga total
Vs	Velocidade de sucção
Vr	Velocidade de Recalque
cv	Cavalos de potência
kW	Quilowatt
W	Watts
V	Volts
PVC	Policloreto de Polivilina
UFLA	Unifersidade Federal de lavras

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA	13
1.2.1 Objetivo Geral	13
1.2.2 Objetivos Específicos	13
1.3 JUSTIFICATIVA	13
1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA	14
1.5 FORMULAÇÃO DAS HIPÓTESES	14
2. REVISAO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 Irrigação	15
2.2 Irrigação no cultivo de uvas	15
2.3 Irrigação por aspersão convencional	16
2.4 Irrigação por microaspersão	17
2.5 Irrigação por gotejamento	18
2.6 Solos e raízes	19
2.7 Bomba hidráulica	20
2.8 Bombas Centrífugas	20
2.9 Hidráulica aplicada aos sistemas de irrigação	21
2.10 Altura Manométrica da instalação (Hm)	22
2.11 PERDAS DE CARGAS EM TUBULAÇÕES	22
2.12 Fórmula de Hazen – Williams	22
2.13 DIÂMETROS DE SUCÇÃO E RECALQUE	23
2.14 CÁLCULO DO DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO	23
2.15 POTÊNCIA NECESSÁRIA AO FUNCIONAMENTO DA BOMBA	25
2.16 POTÊNCIA NOMINAL OU POTÊNCIA DE PLACA (N)	25
3. METODOLOGIA	27
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO	27
3.2 DETERMINAÇÃO DO TIPO DE IRRIGAÇÃO	28
3.3 COMPONENTES	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
4.1 CÁLCULO DA VAZÃO DA BOMBA	31
4.2 CÁLCULO DO DIÂMETRO DE RECALQUE	31
4.3 CÁLCULO DA PERDA DE CARGA	32
4.4 CÁLCULO DA ALTURA MANOMÉTRICA DA INSTALAÇÃO	32

4.5 CÁLCULO DA POTÊNCIA DA BOMBA	33
4.6 SELEÇÃO DA BOMBA.....	33
4.7 SELEÇÃO DO RESERVATÓRIO PARA ARMAZENAGEM DA ÁGUA	33
4.8 FITA GOTEJADORA.....	33
4.9 BOIA ELÉTRICA	34
4.10 EQUIPAMENTOS	34
5. CONCLUSÃO.....	35
6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	36
REFERÊNCIAS	37
ANEXOS	40

1. INTRODUÇÃO

O assunto do referido trabalho é sobre captação e bombeamento de água, onde o tema abordará sobre o dimensionamento de sistema hidráulico de gotejamento para irrigação de uvas. O estudo será realizado em uma propriedade rural privada habitada por membros de uma família que buscam aprimorar o fornecimento de água à uma nova fonte de renda da família, o cultivo de uvas para a fabricação de vinho.

O presente trabalho visa atender todas as necessidades diretas do produtor, desde uma maneira eficaz para se irrigar a plantação, e tendo como consequência uma diminuição no serviço braçal humano. Para isso, a pesquisa apresenta uma breve explicação sobre os sistemas de irrigação, bem como bombas que podem ser utilizadas e também parâmetros e componentes indicados por autores de várias obras que irão trazer uma boa funcionalidade ao sistema.

Dentre as variadas formas de irrigação disponíveis no mercado atual, foi utilizado um sistema onde se prioriza o não desperdício de água, a irrigação por gotejamento, onde a mesma ocorre diretamente ao pé da planta levando apenas a quantidade de água que é necessário para que o cultivo seja eficaz.

Quanto à determinação ao tipo de bomba utilizada, foi determinado um tipo de bomba submersa onde atende à necessidade do produtor de atender a demanda de um reservatório de 20.000 litros, retirando a água diretamente de uma nascente existente em sua propriedade. A partir desta bomba, definimos diâmetro da tubulação e parâmetros de utilização.

1.2 OBJETIVOS DA PESQUISA

1.2.1 Objetivo Geral

Dimensionar um sistema hidráulico de gotejamento de acordo com as necessidades do agricultor que atenda a demanda de água necessária para irrigação de uvas.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Coletar dados a campo relativo a desnível e distância entre o reservatório e o ponto de irrigação.
- A partir do terreno explorado, identificar uma maneira de bombear a água.

Calcular a bomba, tubulações e a partir destes, definir os componentes a serem utilizados.

1.3 JUSTIFICATIVA

A região sudoeste do Paraná depende muito da agricultura para que a economia se mantenha ativa. Partindo desse princípio e lembrando que o vinho e a uva já fazem parte da cultura do homem a muito tempo, é necessário que se busque formas de aprimorar a produção e cultivo das uvas, essencialmente visando a economia seja de água ou também redução no trabalho de esforço humano, e trazendo uma maior precisão no cultivo.

O manejo incorreto da irrigação das uvas pode afetar diretamente na qualidade da uva se aplicado de forma excessiva, favorecendo a incidência de doenças nas folhas e até mesmo no fruto, assim diminuindo a qualidade final da uva. Existem vários métodos para se controlar a qualidade do fruto, porém, nos últimos anos o mais utilizado foi o manejo da irrigação (SILVA, 2013).

Acredita-se que o pior desafio para o produtor de uvas na atualidade, é a utilização sustentável dos recursos naturais disponíveis, em virtude das necessidades do homem, ou seja, do aumento da demanda dos produtos no caso dos vinhos, e a escassez dos recursos naturais. Para isso busca-se novas alternativas de irrigação para que não fique dependente apenas de águas da chuva.

A falta de água antes e após o início da maturação pode afetar de diversas maneiras o desenvolvimento das videiras. Segundo Bassoi et al. (1999), o ciclo reprodutivo da videira é

bem sensível à água. Caso a videira tenha uma deficiência hídrica antes do início da maturação, o crescimento do fruto é afetado, podendo reduzir o volume e o tamanho das bagas.

Mesmo que a Região Sul do Brasil apresente altos índices de chuva durante todo o ciclo da cultura, a prática da irrigação é uma estabilidade de produção caso tenha períodos de seca durante o plantio, além de melhorar a qualidade dos produtos e permitir colheitas fora da época normal, alcançando maiores lucros (HERNANDEZ, 2003).

Assim, buscando um crescimento melhor para a videira e seu produto final, é indispensável o estudo e o desenvolvimento de um sistema hidráulico para a irrigação das uvas a fim de se obter uma qualidade maior durante todo o ciclo da cultura explorada.

1.4 FORMULAÇÃO DO PROBLEMA

O dimensionamento do sistema hidráulico irá atender a demanda da quantidade de água necessária para irrigação das uvas?

1.5 FORMULAÇÃO DAS HIPÓTESES

H_0 – O sistema hidráulico atende à demanda de água necessária para irrigação das uvas.

H_1 – O sistema hidráulico não atende à demanda necessária de água para irrigação das uvas.

2. REVISAO BIBLIOGRÁFICA

Neste Capítulo, serão abordados conceitos importantes para facilitar o entendimento e a importância da irrigação em videiras através de sistemas hidráulicos.

2.1 Irrigação

Segundo Schonwald (2005), o aumento do custo da terra não permite mais que a produção final dependa da ocorrência ou não de um regime de precipitação apropriado. Com isso, o interesse pela prática da irrigação vem crescendo no meio empresarial agrícola, reduzindo riscos aos produtores.

Além de reduzir riscos na produção, o aumento da prática da irrigação representa uma opção estratégica para ampliar a oferta de produtos destinados ao mercado interno, fortalecer a afirmação comercial do Brasil no mercado internacional e aprimorar os níveis de produção, produtividade, renda e emprego no meio rural e nos setores urbano-industriais que estão interligados, direta ou indiretamente, ao conjunto de atividades da agricultura irrigada (SCHONWALD, 2005).

A irrigação é uma prática agronômica que tem como propósito a distribuição de água para as plantas, na zona efetiva das raízes ou na área total, em quantidade suficiente e momento oportuno, objetivando repor a água utilizada pelas plantas, a perda por evaporação, transpiração e por infiltração profunda de forma a garantir a produtividade máxima das culturas (BERNARDO et al., 2008).

Segundo Hernandez (1999), para se definir a indispensabilidade do uso e manejo da irrigação e qual o tipo a ser utilizado é necessário ter conhecimento da fisiologia da cultura, os períodos críticos de consumo de água e seus reflexos na produtividade. Existem métodos e sistemas diferentes para ser feita a irrigação, deve-se analisar as características do solo e as condições atmosféricas da região para determinar qual o melhor manejo e sistema para a cultura explorada.

2.2 Irrigação no cultivo de uvas

A água tem grande influência na produção e no crescimento das plantas, tanto a falta quanto o excesso da mesma acarretam num crescimento instável da videira e na redução da produção. O uso da água de um vinhedo varia conforme o estado de desenvolvimento da

cultura, onde no início do crescimento há uma baixa demanda devido à menor área foliar. Nesse período as maiores perdas de água se devem à evaporação dela no solo. Após a colheita há uma redução no consumo, que é consequência da queda de folhas e da menor taxa de transpiração das folhas mais velhas. (CONCEIÇÃO, 2012)

A irrigação é a principal fonte de água para a produção de uvas em regiões áridas e semiáridas. Em regiões úmidas, a irrigação auxilia na precipitação pluvial. Em novas áreas produtoras, como o Norte de Minas Gerais, por exemplo, esse é o caso. Nessa região se encontra um período do ano mais chuvoso e um mais seco, onde o período seco é o que demonstra maior capacidade para o cultivo da videira, visando a obtenção de um produto com qualidade (CONCEIÇÃO e TONETTO, 2005).

Na Região Sul do Brasil não há tanta necessidade do uso de irrigação, devido a ocorrência natural de alto índices pluviais durante todo o ciclo da cultura. Porém, nos últimos anos muitos produtores passaram a implementar sistemas de irrigação em suas áreas, devido à escassez de chuvas. Outro fator que contribuiu também para essa demanda foi o aumento na utilização da plasticultura, já que, em solos mais arenosos, a água da chuva, pode não atingir a região radicular das plantas, tornando assim necessário um sistema de irrigação (CONCEIÇÃO, 2016).

A irrigação dos vinhedos pode ser feita por superfície, ou pressurizada como no caso da aspersão convencional, microaspersão ou gotejamento (sejam elas por gravidade ou bombeamento). As condições geográficas do Brasil e as características da fonte de água disponível raramente permitem aproveitar diretamente este recurso, fazendo com que a irrigação pressurizada seja predominante no país (EMBRAPA, 2017).

2.3 Irrigação por aspersão convencional

Segundo Conceição (2016), esse tipo de irrigação são normalmente empregados em pequenas áreas, para condução em latada, pelo fato de ser um dos de menor custo de implantação. Tais sistemas podem ser fixos ou portáteis. Em casos de sistema fixo, as tubulações são mantidas nos parreirais, o que torna-se mais caro, porém, uma menor mão de obra. Nos sistemas portáteis, as tubulações ou aspersores são removidos após a irrigação, reduzindo o custo inicial e aumentando a demanda de mão de obra. As vazões e pressões do sistema de aspersão são consideradas, geralmente, de média a alta, exigindo motobombas de maior potência, comparando-as com os grupos empregados em outros sistemas de irrigação como gotejamento ou microaspersão. Contudo, esse sistema não apresenta problemas de

entupimento de emissores, não requerendo o uso de equipamentos para filtragem, tornando então, sua necessidade de manutenção relativamente menor, quando comparado aos outros dois sistemas mencionados.

Em relação à forma de aplicação, a irrigação de videiras por aspersão é subdividida em duas categorias: subcopa e sobrecopa (Figura 1). Na subcopa, os aspersores ficam próximos ao solo, apresentando um ângulo de inclinação pequeno, a fim de se evitar o molhamento das folhas. Já os aspersores sobrecopa, apresentam maiores ângulos de inclinação, permitindo um maior raio de alcance. A subcopa não é indicada para vinhedos conduzidos em espaldeira, uma vez que as plantas irão interferir na distribuição da água, e mesmo em vinhedos conduzidos por latada, há uma interferência dos troncos das plantas. Já a aspersão sobrecopa não apresenta esse inconveniente, mas permite a perda de água por ação do vento e o molhamento foliar, o que pode acarretar doenças na cultura (CONCEIÇÃO, 2012).



Figura 1: Irrigação por aspersão Subcopa (lado esquerdo) e Sobrecopa (lado direito).

(Fonte: Conceição, 2012)

2.4 Irrigação por microaspersão

Caracteriza-se pela aplicação de água e produtos químicos numa fração de volume de solo a ser explorado pelas raízes das plantas. No sistema de irrigação por microaspersão as

dimensões de bulbo molhado dependem do alcance e da intensidade de aplicação ao longo do raio emissor e do volume de água aplicado por irrigação (SOARES e COSTA, 1998).

Segundo Conceição (2012), os sistemas de microaspersão também necessitam filtros (os mais comumente empregados nesse caso são os filtros de tela), porém, podem ocorrer problemas com a entrada de insetos e aranhas nos microaspersores, prejudicando a aplicação da água. Na microaspersão, os emissores são posicionados a cada duas plantas, não havendo problemas com interferência dos troncos, como visto na aspersão subcopia. Emissores com maiores vazões apresentam menos casos de entupimento e tempos de irrigação menores, requerendo, contudo, um custo inicial maior, por exigirem tubulações com maior diâmetro e motobombas de maior potência.

2.5 Irrigação por gotejamento

O uso da irrigação localizada por gotejamento, tem aumentado em áreas específicas da agricultura, por apresentar vantagens sobre os outros métodos de irrigação. Entre todos, é o mais eficiente no uso da água, porque utiliza pequenas quantidades de água diretamente no solo próximo do sistema radicular das plantas por meio de uma linha de gotejadores (SOUZA e MATSURA, 2004)

Esses sistemas, aplicam baixas vazões com altas frequências, muitas vezes diárias, pois o volume de solo umedecido é menor. Eles permitem contudo, que outras práticas culturais possam ser efetuadas durante a aplicação de água, o que não acontece nos casos de aspersão convencional e microaspersão. Os gotejadores utilizados são bastante suscetíveis ao entupimento, necessitando, muitas vezes, além de filtros de tela também filtros de areia. Também observa-se problemas sérios de entupimento devido, principalmente, ao conteúdo de ferro na água de irrigação. (CONCEIÇÃO, 2003)

Em Conceição (2012), orienta que para se evitar danos mecânicos, as linhas de gotejadores devem ser posicionadas acima da superfície do solo, fixados em fios de arame e presos no parreiral. As linhas de gotejadores também podem ser enterradas. Nesse caso, deve-se precaver, quanto a problemas de entupimento, uma vez que os gotejadores estarão em contato direto com o solo e à intrusão radicular nos emissores, podendo impedir o seu funcionamento.

Na tabela a seguir (Tabela 1), são apresentados os diâmetros molhados dos gotejadores para diferentes tipos de vazão e solo.

Tabela 1: Diâmetros molhados para gotejadores com diferentes vazões e tipos de solo.

Vazão (L/h)	Textura arenosa	Textura média	Textura argilosa
<1,5	0,2 m	0,5 m	0,9 m
2	0,3 m	0,7 m	1,0 m
4	0,6 m	1,0 m	1,3 m
8	1,0 m	1,3 m	1,7 m
12	1,3 m	1,6 m	2,0 m

(Fonte: Keller e Karmelli, 1975)

Braga (2010), ressalta que na atualidade, o mercado dispõe de diversos tipos de gotejadores, podendo ser incorporados na mangueira ou também sobre ela. Os fabricantes vem desenvolvendo gotejadores com diversas características com intuito de melhorar a eficiência de aplicação da água. Um sistema localizado que é bastante usado por pequenos e médios produtores, são as fitas gotejadoras, que diferenciam-se das mangueiras com gotejadores por trabalharem com baixa vazão (0,5 à 5 l/h) e baixa pressão de serviço (0,5 à 2 kgf/cm²).

2.6 Solos e raízes

O conjunto radicular da videira pode alcançar vários metros de profundidade. Para o propósito de irrigação, deve-se considerar somente a profundidade efetiva das raízes, que é onde se encontra grande parte do sistema radicular da cultura. Assim, pode-se considerar que a profundidade localiza-se entre 40 cm e 60 cm (PIRES et al., 1997; BASSOI et al., 2002; BASSOI et al., 2003).

Os solos podem ser classificados como de baixa, média e alta capacidade de retenção de água, havendo ainda outros tipos intermediários. Considerando 50 cm como valor médio de profundidade efetiva das raízes, pode-se dizer que os solos de baixa, média e alta capacidade de retenção acumular cerca de 40 mm, 60 mm e 80 mm de água, respectivamente. São esses os maiores valores que as plantas podem aproveitar. Entretanto, deve-se evitar que se esgote a reserva hídrica do solo, uma vez que isso pode danificar o desenvolvimento e a produção de frutos das videiras.

A quantidade de água disponível varia conforme o tipo de solo, tendo como exemplo, a quantidade de água disponível em um solo de limo fino é seis vezes superior a relacionada em um solo de areia grossa. Desta forma, a variação da umidade do solo devido as diferenças efetivas no nível da capacidade de retenção de água e da eficácia da zona radicular das plantas tem um grande impacto sobre a capacidade produtiva das videiras (KELLER, 2005).

2.7 Bomba hidráulica

De acordo com Denículi (2005) as bombas hidráulicas são máquinas subdivididas em motrizes ou geratrizes, as motrizes que recebem energia hidráulica e transformam em energia mecânica, e as geratrizes que recebem a energia mecânica e transformam em energia hidráulica.

O modo pelo qual é feito a transformação do trabalho em energia hidráulica e o recurso para cedê-la ao líquido aumentando sua pressão e/ou sua velocidade permitem classificar as bombas em duas categorias básicas, sendo elas:

- Bombas centrífugas ou turbo-bombas;
- Bombas de deslocamento positivo ou volumétricas.

2.8 Bombas Centrífugas

A bomba centrífuga (Figura 2) é geralmente a mais empregada em casos de irrigação, para pequenos desníveis podendo ela ser axial, com eixo vertical ou inclinado. (MACINTYRE, 1997).

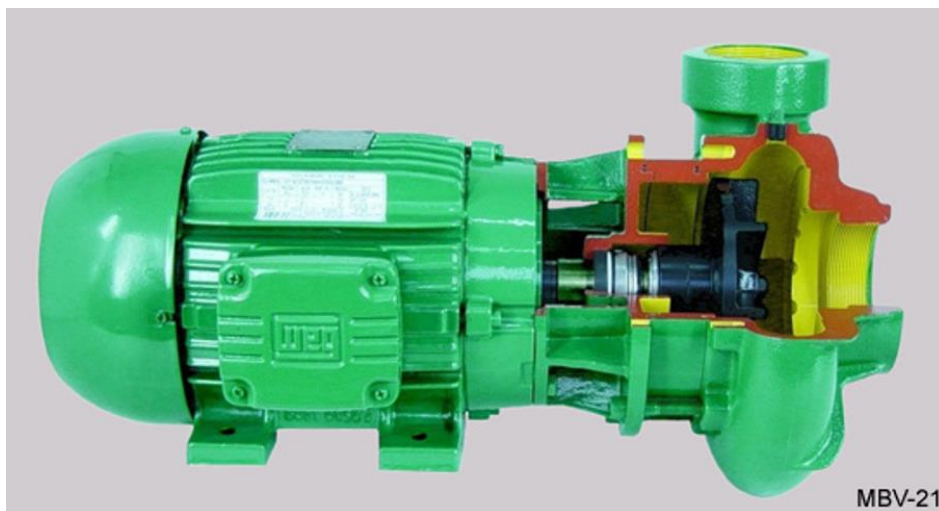


Figura 2: Bomba centrífuga em corte

(Fonte: Pereira et al.,2010)

Segundo Fedrizzi (1997), as bombas centrífugas possuem um rotor dotado de pás, o qual exerce força sobre o líquido a ser bombeado. Ao contrário das bombas volumétricas, essa força exercida pelas pás não tem a mesma direção e sentido do movimento do líquido em contato

com as pás do rotor. A força centrífuga resultante do movimento circular cria duas zonas de pressão, uma de baixa pressão na sucção e outra de alta pressão na descarga (recalque), produzindo o deslocamento do líquido em direção à saída dos canais do rotor. Essas bombas são ainda subdivididas em bombas monoestágio e multiestágio, segundo a quantidade de rotores que possui.

Podemos classificar as bombas, como sendo de baixa, média ou alta pressão, segundo o Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), da seguinte maneira:

- a) Bomba de BAIXA PRESSÃO: Altura manométrica (H_m) ≤ 15 m;
- b) Bomba de MÉDIA PRESSÃO: Altura manométrica (H_m) < 50 m;
- c) Bomba de ALTA PRESSÃO: Altura manométrica (H_m) ≥ 50 m.

2.9 Hidráulica aplicada aos sistemas de irrigação

O escoamento de água através de tubulações de sistemas de irrigação, desde que a seção do conduto seja uniforme, tem velocidade média que pode-se considerar constante ao longo de toda a tubulação. (TORRES, 1998)

A vazão a ser elevada depende essencialmente de três informações que devem ser coletados para se iniciar a análise da melhor bomba a ser empregada, sendo eles:

1. Consumo diário da instalação;
2. Jornada de trabalho da bomba;
3. Número de bombas em funcionamento (bombas em paralelo).

Podendo ser obtida através da fórmula:

$$Q = \frac{V}{T} \quad (1)$$

Onde:

Q – Vazão (m^3/s);

V – Volume (m^3);

T – Tempo de funcionamento do sistema (s).

A equação da continuidade estabelece que para um escoamento permanente, a vazão permanece constante ao longo de todo o conduto.

A velocidade média em uma rede de irrigação, segundo Torres (1998), se situa em torno de 2 m/s, gerando uma energia cinética muito pequena em relação às outras energias, sendo então desprezada no cálculo geral.

2.10 Altura Manométrica da instalação (Hm)

A partir do levantamento topográfico do terreno, é possível determinar o desnível geométrico da instalação (Hg), o comprimento das tubulações de sucção e recalque, e, também o número de peças especiais dessa instalação, que resultarão no valor de perda de carga do sistema (ht). A altura manométrica da bomba a ser instalada para casos de reservatórios sujeitos à pressão atmosférica ou à mesma pressão será calculada pela equação 2.

$$Hm = Hg + ht \quad (2)$$

Onde:

Hm = Altura manométrica da instalação;

Hg = Desnível geométrico;

ht = Perda de carga total.

2.11 Perdas de cargas em tubulações

Segundo Macyntire (1997), a perda de carga ao longo de uma tubulação é a parcela da energia que é dissipada e transformada em calor através do atrito. Em escoamentos turbulentos, a perda de carga por atrito depende das características do fluido (viscosidade e massa específica) e das características geométricas do conduto.

As formulas utilizadas para o cálculo de perdas de carga em uma tubulação são variadas, onde a utilização de uma ou outra irá depender do nível de precisão desejado pelo projetista.

2.12 Fórmula de Hazen – Williams

A fórmula de Hazen-Williams é a formula mais utilizada para a determinação de perda de carga ao longo das tubulações em um sistema de irrigação (TORRES, 1998). A perda de carga através da formula de Hazen-Williams é dada por:

$$J = 10,66 * \left(\frac{1}{D^{4,87}} \right) * \left(\frac{Q}{C} \right)^{1,852} \quad (3)$$

Onde:

J – Perda de carga unitária (m);

Q – Vazão de circulação da água (m³/s);

D – Diâmetro interno da tubulação (m);

C – Coeficiente de Hazen-Williams, que varia em função do material utilizado na tubulação, onde podemos identificar na tabela 2 a seguir.

Tabela 2:Coeficiente de Hazen-Williams

Material da tubulação	C
Polietileno	150
PVC	145
Cimento amianto	135
Alumínio	130
Aço Galvanizado	125
Concreto	120
Ferro Fundido	130

(Fonte: Macyntire, 1997)

2.13 Diâmetros de sucção e recalque

Denículi (2005) ressalta que não é possível a determinação desses parâmetros hidráulicamente, por não ter dados suficientes para tal. Por isso fixa-se um dado (normalmente utiliza-se velocidade) ou uma fórmula empírica geradas a partir de custo mínimo, envolvendo gastos com tubulações e manutenção do sistema como energia elétrica, mão de obras, etc.

2.14 Cálculo do diâmetro da tubulação.

É o diâmetro comercial imediatamente superior ao diâmetro de recalque calculado através das formulas anteriores.

É correto se fazer um balanço entre o custo da tubulação de recalque e custo de manutenção do sistema, conforme a figura (3).

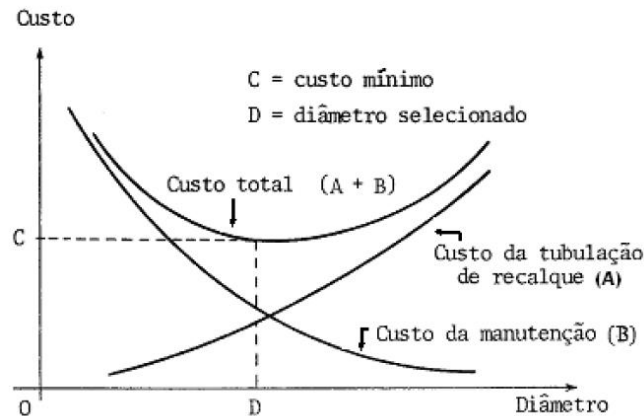


Figura 3: Custo em um sistema de bombeamento

(Fonte: Denículi, 2005)

Quando o diâmetro encontrado não coincidir com um diâmetro comercial, o procedimento usual é admitir o diâmetro comercial superior ao calculado para tubulação de sucção e o inferior ao calculado para a tubulação de recalque.

Denículi (2005) ressalta ainda, que além das fórmulas vistas para o cálculo dos diâmetros, pode-se ainda adotar o critério das chamadas velocidades econômicas, cujos limites mostrados:

- Tubulação de sucção: $V_s < 1,5 \text{ m/s}$;
- Tubulação de recalque: $V_R < 2,5 \text{ m/s}$.

Partindo dos limites estipulados, podem ser adotados: $V_s = 1,0 \text{ m/s}$ e $V_R = 2,0 \text{ m/s}$.

Com tais valores definidos, os diâmetros podem ser facilmente encontrados através da equação da continuidade quando se tem a vazão necessária.

$$D_s = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V_s}} \quad (4)$$

$$D_R = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V_R}} \quad (5)$$

Onde:

D_s – Diâmetro de Sucção (m);

D_R – Diâmetro de Recalque (m);

Q – Vazão (m^3/s);

V_s – Velocidade na tubulação de sucção (m/s);

V_R – Velocidade na tubulação de recalque (m/s).

2.15 Potência necessária ao funcionamento da bomba

A potência absorvida pela bomba é calculada da seguinte forma:

$$Pot = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_m}{75 \cdot \eta} \text{ (cv)} \quad \text{ou} \quad Pot = \frac{0,735 \cdot \gamma \cdot Q \cdot H_m}{75 \cdot \eta} \text{ (kW)} \quad (6)$$

Sendo:

Pot – Potência (CV ou KW);

γ – Peso específico do fluido (kg/m³);

Q – Vazão (m³/s);

H_m – Altura manométrica total da instalação (m)

η - Rendimento da bomba (60 à 70%, segundo Macintyre (1997))

2.16 Potência nominal ou potência de placa (N)

É necessário que o motor que irá acionar a bomba do sistema trabalhe sempre com uma folga ou uma margem de segurança na sua potência, a qual evitará que venha, por alguma razão, operar com sobrecarga. Então recomenda-se para motores elétricos, que a potência instalada (N) seja acrescida de uma folga acima da potência absorvida pela bomba (Pot), conforme especificado no quadro abaixo.

Tabela 3: Folga para motores elétricos

Potência absorvida pela bomba (Pot)	Margem de segurança recomendável para motores elétricos (f)
até 2 cv	50%
de 2 a 5 cv	30%
de 5 a 10 cv	20%
de 10 a 20 cv	15%
acima de 20 cv	10%

(Fonte: Denículi, 2005)

Por fim, para se determinar a potência do motor a ser instalado, deve-se observar que os fabricantes de motores elétricos nacionais disponibilizam as seguintes potências comerciais (ou nominais) em cv.

Tabela 4: Potências comerciais para motores elétricos (cv)

1/4	1/3	1/2	3/4	1	1 ½	2
3	5	6	7 ½	10	12	15
20	25	30	35	40	45	50
60	100	125	150	200	250	300

(Fonte: Denículi, 2005)

3. METODOLOGIA

Segundo Lakatos (2003) essa pesquisa é denominada uma pesquisa de campo, pois é utilizada com o objetivo de conseguir informações acerca de um problema, para o qual se procura uma resposta, e, ao mesmo tempo é quantitativo, onde contém hipóteses que precisam ser verificadas.

3.1 Caracterização do local de estudo

A propriedade rural onde foi feito a análise e o dimensionamento do sistema, está situada no interior do município de Chopinzinho (Aproximadamente 15 km da zona urbana) que fica no sudoeste do estado do Paraná. A água será captada em um açude próximo da plantação de uvas como mostrado na figura 4, onde será feito o bombeamento da água com por meio de uma bomba hidráulica submersa, para que então a água possa ser levada até um reservatório cerca de 3 metros de altura em relação ao nível da água, posteriormente a água poderá ser levada até a planta por gravidade, conforme esboço da figura 5.



Figura 4: Localização da propriedade

(Fonte: Google Maps, 2020)

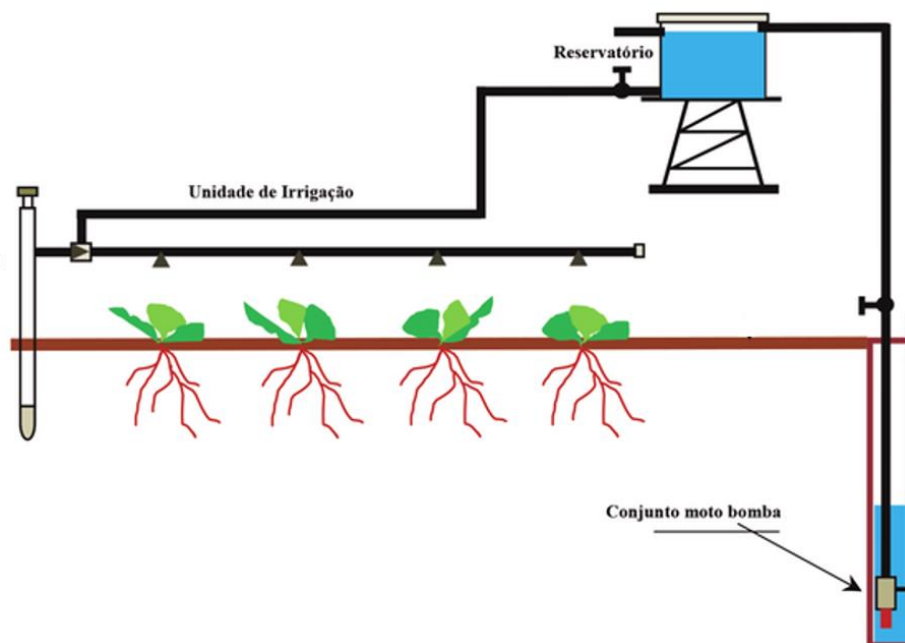


Figura 5: Esboço esquemático do sistema de bombeamento a ser implantado

(Fonte: Alvarenga, Ferreira e Fortes, 2014)

Segundo Azevedo Netto (1998), deve-se primeiramente fazer o planejamento da área a ser irrigada, obter espaçamento e épocas de plantio e de irrigação, fontes de energia, bem como o padrão de qualidade desejado para o projeto e também a mão-de-obra a ser utilizada.

É de fundamental importância a análise da fonte de água e desnível geométrico do local onde se situa o reservatório até o local para onde se deseja bombear a água.

3.2 Determinação do tipo de irrigação

Será utilizado o tipo de irrigação por gotejamento onde a água é levada ao pé da planta por uma extensa rede de tubulação fixa e de baixa pressão. A liberação da água é feita através de fitas gotejadoras com vazões reduzidas que variam de 1 a 10 litros por hora por gotejador de acordo com o fabricante dos emissores (figura 8). A eficiência do sistema de gotejamento é de 90 a 95% em média, buscando economizar água e energia (AZEVEDO NETTO, 1998).

Tal sistema escolhido principalmente pelo fato de que há uma alta eficiência no uso da água, levando em consideração que os emissores ficam postos diretamente ao pé da planta, tendo então uma melhor uniformidade de distribuição da água.

3.3 Componentes

A irrigação localizada depende de uma pequena vazão em orifícios de diâmetro reduzido, onde são chamados de emissores. Esses emissores podem já fazer parte da tubulação ou também podem ser adaptados. O tipo de emissor utilizado no projeto é o que define o tipo da irrigação escolhida (gotejador/gotejamento, microaspersor/microaspersão, etc.) (AZEVEDO NETTO, 1998), como neste caso os gotejadores (ou fitas gotejadoras).

Os emissores escolhidos foram as fitas gotejadoras (Figura 6), onde colocam a água diretamente junto ao pé da planta buscando maior precisão na irrigação das raízes. Tais emissores trabalham com pequenas vazões e baixas pressões.



Figura 6: Fita gotejadora

(Fonte: Autor, 2020)

São usados também alguns filtros a fim de evitar entupimento dos gotejadores (figura 7). A filtragem da água, a possibilidade de aplicação de fertilizantes na água de irrigação, o controle volumétrico e o fornecimento de água são realizados pelo produtor através dos registros instalados na saída do reservatório e também próximo do ponto de distribuição.



Figura 7: Filtro

(Fonte: Autor, 2020)

Assim, um sistema completo de irrigação é composto por conjunto fornecedor de água sob pressão, tubulações, emissores e automatização. A automatização é opcional e pode não existir, nesse caso será utilizado uma boia elétrica para acionamento automático da bomba d'água.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a verificação do local, foram levados em consideração algumas medidas e informações para o cálculo dos equipamentos a serem usados.

- Volume do reservatório existente no local a ser abastecido: 20.000 Litros;
- Desnível geométrico: 31 metros;
- Distância da fonte de água até o reservatório: 185 metros;
- Área de plantio de uva: 6.000 m²

4.1 Cálculo da vazão da bomba

Levando em consideração que o reservatório tem um volume de 20.000 litros, e com uma simulação feita no local onde o reservatório totalmente cheio, foi aberto até se esgotar e o tempo cronometrado leva em torno de 1 hora para se esvaziar, com uma frequência de utilização de uma vez a cada 3 dias.

Partindo do princípio que deve-se adotar o tempo desejado para que o reservatório esteja completamente cheio, identificou-se a necessidade do produtor em abastecer o reservatório em no máximo 2 horas. Logo, com o dado em mãos podemos obter a vazão de trabalho da bomba pela equação 1.

$$Q = \frac{20 (m^3)}{7200 (s)}$$

$$Q = 0,00277 \text{ m}^3/s$$

$$Q = 10 \text{ m}^3/h \text{ Aproximadamente.}$$

4.2 Cálculo do diâmetro de recalque

Segundo a equação 5 cedida por Denículi (2005), podemos definir o diâmetro de recalque da instalação através da equação da continuidade ($Q=V.A$), utilizando o critério da velocidade econômica de 2 m/s conforme mencionado por Denículi (2005) e Torres (1997), como mencionado na revisão bibliográfica

$$D_R = \sqrt{\frac{4.Q}{\pi.V_R}}$$

$$D_R = \sqrt{\frac{4 \cdot (0,00277)}{\pi \cdot (2)}}$$

$$D_R = 0,042 \text{ m} \quad \text{ou} \quad 42 \text{ mm}$$

Como não existem diâmetros comerciais com tal valor, utilizou-se uma tubulação de PVC com diâmetro comercial de 40 mm.

Utilizando a fins de cálculo o diâmetro comercial escolhido de 40 mm, temos uma nova velocidade calculada novamente pela equação 5.

$$D_R = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V_R}}$$

$$0,040 = \sqrt{\frac{4 \cdot (0,00277)}{\pi \cdot (V_R)}}$$

$$V_R = 2,20 \text{ m/s}$$

4.3 Cálculo da perda de carga.

Pela fórmula de Hazen-Williams (Equação 3) apresentada anteriormente, e um Fator C de 145 conforme Tabela 2 para material PVC, obtém-se a perda de carga linear na tubulação, conforme a seguir:

$$J = 10,66 * \left(\frac{1}{0,040^{4,87}} \right) * \left(\frac{0,00277}{145} \right)^{1,852}$$

$$J = 0,1248 \text{ m}$$

4.4 Cálculo da altura manométrica da instalação

Como a tubulação da bomba até o reservatório é única, sem conexões e curvas, a nossa altura manométrica (H_m) será igual ao desnível geométrico obtido no local, mais a soma da perda de carga linear calculada pela formula de Hazen-Williams, pois não teremos conexões especiais no percurso, então, pela equação 2, obtém-se a seguinte altura manométrica:

$$H_m = 31 + 0,1248$$

$$H_m = 31,1248 \text{ m}$$

4.5 Cálculo da potência da bomba

A potência da bomba foi calcula utilizando-se o cálculo a seguir, da equação 6:

$$Pot = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H_m}{75 \cdot \eta}$$

$$Pot = \frac{(1000) \cdot (0,00277) \cdot (31,1248)}{75 \cdot (0,65)}$$

$$Pot = 1,76 \text{ cv}$$

4.6 Seleção da bomba

Com os valores calculados e buscando a bomba ideal para o funcionamento, optou-se por adotar uma bomba centrífuga multiestágios, que é acoplada a um motor elétrico especialmente para operar submersa.

Podemos verificar o modelo escolhido no catálogo do fabricante que se encontra no anexo A, sendo ela do fabricante Schneider Motobombas, modelo SUB40-20S4E8 possuindo uma potência de 2 cv com vazão de 10 m³/h e uma altura manométrica total de 32 m.c.a. vencendo então as possíveis perdas de carga.

4.7 Seleção do reservatório para armazenagem da água

Segundo informações coletadas à campo com o proprietário da fazenda, seria necessário a utilização de um tanque de 20.000 litros para que fosse possível atender a demanda de água necessária para cada período de irrigação. Com base em tais informações optou-se por um tanque da marca Fortlev com capacidade de 20.000 Litros, conforme imagem do Catálogo no anexo B.

4.8 Fita gotejadora

Para que se tenha uma irrigação localizada no pé da planta, foi selecionado a fita gotejadora da marca Amanco, modelo Drip de 16 mm de diâmetro interno, com espaçamento de 20 cm entre os gotejadores e uma vazão de 1,6 l/h por gotejador, conforme catálogo do anexo C.

4.9 Boia elétrica

Visando uma menor mão de obra da parte do produtor, é indispensável a instalação de uma boia elétrica (ANEXO D) no reservatório de água, onde quando o nível estiver baixo a boia será responsável por acionar a bomba localizada no ponto de captação da água, e assim que o reservatório chegar ao nível desejado, a boia será responsável por cortar a alimentação de energia da bomba fazendo com que então corte o fornecimento da água até que o nível esteja baixo novamente, ou seja, a intenção é que o reservatório se mantenha sempre com água disponível para que quando o produtor necessite da irrigação não ocorra imprevistos de o reservatório estar vazio, e consequentemente ficar sem irrigar a videira.

4.10 Equipamentos

Com base nos cálculos efetuados, podemos verificar os componentes escolhidos na tabela a seguir.

Tabela 5: Componentes escolhidos a partir dos cálculos

Componente	Característica
Bomba: Schneider Motobombas	Modelo: SUB40-20S4E8 com 2cv de potência e vazão de 10 m ³ /h
Tubulação em PVC	Diâmetro comercial de 40 mm com comprimento de 185 metros
Reservatório Fortlev	Volume: 20.000 Litros
Fita Gotejadora Amanco	Modelo Drip com 16 mm de diâmetro interno e vazão de 1,6 l/h
Boia elétrica Margirius	Modelo padrão.

Fonte: (Autor, 2020)

5. Conclusão

O dimensionamento do sistema de irrigação conta com a bomba Schneider Motobombas, modelo SUB40-20S4E8, que leva a água até um reservatório localizado à aproximadamente 185 metros de distância com um desnível geométrico de 31 metros, através de tubulações de PVC com diâmetro de 40 mm, onde a partir desse reservatório o produtor de uvas irá irrigar uma área de 6.000 m², onde a água será levada por um sistema de gravidade através de uma tubulação de PVC conectada à rede de distribuição onde se localizam os gotejadores postos diretamente no pé da planta. O tempo estimado para que toda a área desejada seja irrigada segundo testes práticos no local é de 60 à 70 minutos. O tempo de enchimento do reservatório é estimado em 2 horas caso esteja totalmente vazio. Sendo assim o sistema atende a demanda necessária da propriedade rural

Para que o sistema não dependa de uma mão de obra humana para que seja acionada a bomba para o enchimento do reservatório, então, foi utilizado uma boia elétrica, onde a lógica da mesma é manter o reservatório sempre em seu nível máximo de capacidade, ou seja, quando os registros de irrigação forem acionados, a boia automaticamente irá detectar o nível de água diminuindo e então acionar a bomba de alimentação, restando apenas ao produtor abrir os registros de irrigação quando achar conveniente conforme seu entendimento sobre o crescimento e qualidade da videira.

Sendo assim, o sistema irá atender todos os propósitos da pesquisa, onde tem como principal objetivo atender à demanda de água necessária para manter qualidade na produção de uvas da propriedade rural estudada.

6. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Realizar o dimensionamento do sistema tomando como base em outro modelo de bomba, com outros tipos de sistemas de irrigação.
- Realizar o dimensionamento do sistema sem o uso de reservatório de água, usando somente a bomba para pressurizar a água, desconsiderando então o uso da gravidade.
- Análise de viabilidade de implantação de painéis fotovoltaicos para alimentação do sistema de irrigação.
- Dimensionamento e análise das fitas gotejadoras utilizadas no sistema.

REFERÊNCIAS

ALLEN R. G.; PEREIRA, L.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. (Irrigation and Drainage Paper, 56).

BASSOI, L. H.; ASSIS, J. S.; FILHO, J. M. P. L.; RIBEIRO, H. A.; SILVA, M. R.; MIRANDA, A. A. Interrupção da irrigação no período de maturação da uva cv. Itália. **Embrapa**. n. 79, p.1-5, fev. 1999.

BASSOI, L. H.; GRANGEIRO, L. C.; SILVA, J. A. M.; SILVA, E. E. G. da. Root distribution of irrigated grapevine rootstocks in a coarse texture soil of the São Francisco Valley. Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 35-38, 2002.

BASSOI, L. H.; HOPMANS, J. W.; JORGE, L. A. de C.; ALENCAR, C. M. de; SILVA, J. A. M. Grapevine root distribution in drip and microsprinkler irrigation. **Scientia Agricola**, v. 60, n. 2, p. 377-387, 2003.

BERNARDO, S.; SOARES, A.; MANTOVANI, E. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: Editora da UFV, 2008.

CONCEIÇÃO, M. A. F. **Irrigação**. Embrapa Uva e Vinho, 2016. Disponível em <<https://www.embrapa.br/uva-e-vinho/busca-de-publicacoes/-/publicacao/busca/irriga%C3%A7%C3%A3o?>>>.

CONCEIÇÃO, M. A. F.; TONIETTO, J. **Potencial climático da região norte de Minas Gerais para a produção de uvas destinadas à elaboração de vinhos finos**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. 4 p. (Embrapa Uva e Vinho. Comunicado Técnico, 56).

CONCEIÇÃO, M. A. F. **Sistemas de irrigação e manejo de água**. 2012. (Embrapa Uva e Vinho).

CONCEIÇÃO, M. A. F. **Irrigação da videira em regiões tropicais do Brasil**. 2003. (Embrapa Uva e Vinho). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPUV/8120/1/cir043.pdf>>.

FIGUEIREDO, J. L. F. **Avaliação da eficiência energética de uma bomba hidráulica utilizada em uma plataforma de descarga de grãos**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel.

HERNANDEZ, F. B. T. Manejo da irrigação. **Curso de capacitação em agricultura irrigada**. 1999. Disponível em <<http://www.feis.unesp.br/irrigacao/curso3.htm>>. acesso em: 24 set. 2018.

_____. **Agricultura irrigada e atuação da UNESP no oeste paulista**. Disponível em <<http://www.feis.unesp.br/irrigacao/irrigacao.php>> acesso em: 24 set. 2018.

HYDRACOMPANY. **Curso de Hidráulica**. HydraCompany Materiais Hidráulicos. Ltda. Porto Alegre, 2014.

KELLER, J.; KARMEELLI, D. Trickle irrigation design. Glendora: Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, 1975. 133 p.

LINSINGEN, I. **Fundamentos de Sistemas Hidráulicos**. 3. Ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2008.

NEVES, C. A. **Melhoria na Estação de Tratamento de Efluentes de uma Empresa Metal Mecânica de Produção de Componentes Hidráulicos**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental e Tecnologias Limpas) – Pós-Graduação, UFRGS, Porto Alegre.

PALMIERI, A. C. **Manual de Hidráulica Básica**. 10. ed. Porto Alegre: Albarus Sistemas Hidráulicos Ltda, 1997.

PARKER. **Tecnologia Hidráulica Industrial**. Parker Hannifin Ind. Com. Ltda: Jacareí, 1999.

PIRES, R. C. de M.; SAKAI, E.; FOLEGATTI, M. V.; PIMENTEL, M. H. L.; FUJIWARA, M. Distribuição e profundidade do sistema radicular da videira. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 26., 1997, Campina Grande. Anais... Campina Grande: SBEA/UFPB. 1997.

SCHONWALD, C. **Diagnóstico do uso da Irrigação em Pequenas Propriedades Rurais na Região Oeste do Paraná**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel.

SZPAK, R. **Análise Teórico-Experimental do Comportamento Das Pressões em Posicionadores Hidráulicos**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Pós-Graduação – UFSC – Florianópolis.

SILVA, J. A. **Estratégias de irrigação para economia de água em videira**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Pós-Graduação – UNIVASF – Juazeiro

LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos da metodologia científica / Marina de Andrade Marconi, Eva Maria Lakatos**. – 5. Ed – São Paulo: Atlas 2003.

AZEVEDO NETTO, J. M. **Manual de Hidráulica**. – 8. Ed – 1998. Editora Edgard Blucher LTDA.

MACINTYRE, A. Joseph. **Bombas e Instalações de Bombeamento**. – 2. Ed – 1997. Livros Técnicos e Científicos Editora S. A.

DENÍCULI, Wilson. **Bombas hidráulicas**. 2005. Editora UFV – Universidade Federal de Viçosa.

SOARES, J.M.; COSTA, F.F. da. **Irrigação na cultura da videira**. 1998. – EPAMIG – Soluções tecnológicas para o complexo agrícola.

SOUZA, C. F.; MATSURA, E. E. **Distribuição da água no solo para dimensionamento da irrigação por gotejamento**. Revista Brasileira de Engenharia agrícola e Ambiental, v. 8, n. 1, p. 7-15, 2004.

KELLER, J.; KARMEILLI, D. **Trickle irrigation design**. Glendora: Rain Bird Sprinkler, 1975.

FEDRIZZI, M. C. **Fornecimento de água com sistemas de bombeamento fotovoltaico**. Dissertação de mestrado - Universidade de São Paulo (Instituto de Eletrotécnica e Energia), 1997

BRAGA, M. B. **Sistema de Produção de Melão**. Embrapa Seminário, ago/2010.

MELO, G. W.; BRUNETTO, G.; GEBLER, L.; CONCEIÇÃO, M. A. F. **Fertilidade e Manejo do solo e da água**. Embrapa Uva e Vinho. 2015.

FERNANDES, D. S.; HEINEMANN, A. B.; PAZ, R. L.; AMORIM, A. de O. **Evapotranspiração – Uma revisão sobre métodos empíricos**. Embrapa Arroz e Feijão. Santo Antônio de Goiás – GO. 2010.

TORRES, H. L. H.; **Dimensionamento econômico de tubulações em sistemas de irrigação localizada**. 1998. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Área de Recursos Hídricos. Campina Grande, Paraíba.

ANEXOS

ANEXO A – BOMBA CENTRIFUGA SUBMERSA



SUB 40

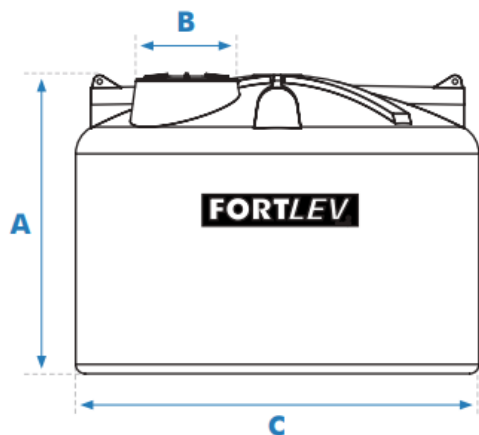
Motobombas centrífugas multiestágios, acopladas a motores elétricos projetados especialmente para funcionar dentro da água, a grandes profundidades.

Características	Info para Pedido	Tabela de Seleção	Downloads
-----------------	------------------	-------------------	-----------

Modelo	Potência (cv)	Características Hidráulicas																	
		Vazão em m³/h																	
		0	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	11
		Altura Manométrica Total (m.c.a.)																	
SUB40-15S4E6	1,5	51	49	48	48	47	46	45	44	43	41	39	37	35	32	30	27	24	18
SUB40-20S4E8	2	68	65	65	64	63	62	60	59	57	55	52	50	47	43	40	36	32	24
SUB40-30S4E11	3	93	90	89	88	87	85	83	81	78	75	72	68	64	60	55	50	44	33
SUB40-50S4E18	5	153	147	146	144	142	140	137	133	129	124	118	112	105	98	90	82	73	55
SUB40-75S4E27	7,5	229	221	219	217	214	210	205	200	193	186	178	168	158	147	135	123	110	82
SUB40-100S4E36	10	306	295	292	289	285	280	274	266	258	248	237	225	211	197	181	164	147	110

ANEXO B – RESERVATÓRIO DE ÁGUA

DIMENSÕES E PESOS:



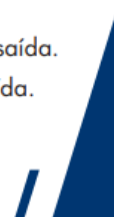
- A** Altura total
- B** Diâmetro da boca de inspeção
- C** Diâmetro total

Capacidade em litros	Dimensões em metros			Pesos em quilos	
	A	B	C	Tanque vazio	Tanque cheio
310	0,52	0,60	1,00	9,30	319,30
500	0,65	0,60	1,16	11,80	511,80
1.000	0,80	0,60	1,48	18,50	1.018,50
1.750	0,95	0,60	1,65	33,75	1.783,75
2.000	1,13	0,60	1,68	33,34	2033,34
2.500	1,21	0,60	1,80	42,75	2.542,75
3.000	1,29	0,60	1,90	45,00	3.045,00
5.000	1,51	0,60	2,25	81,50	5.081,50
10.000	1,93	0,60	2,78	151,00	10.151,00
15.000	2,20	0,60	3,20	231,00	15.231,00
20.000	2,83	0,60	3,17	355,00	20.355,00

1- Dimensões aproximadas.

2 - Os Tanques até 3.000 L já vêm com Adaptador (Flange) instalado: 50 mm x 1 ½" na saída.

3 - Os Tanques a partir de 5.000 L já vêm com o Adaptador (Flange): 60 mm x 2" na saída.



ANEXO C – FITA GOTEJADORA

Amanco Drip Fita Gotejadora DI 16mm

Produto	Código	E (mm)	VN (l/h)	Espaçamento entre got. (m)	Comprimento bobina (m)
Fita Got. Amanco Drip 6 mil 1,6l/h 0,10m - 2.000m	18969	0,15	1,6	0,10	2.000
Fita Got. Amanco Drip 6 mil 1,6l/h 0,15m - 2.300m	18970	0,15	1,6	0,15	2.300
Fita Got. Amanco Drip 6 mil 1,6l/h 0,20m - 2.400m	18971	0,15	1,6	0,20	2.400
Fita Got. Amanco Drip 8 mil 1,6l/h 0,10m - 1.700m	18972	0,20	1,6	0,10	1.700
Fita Got. Amanco Drip 8 mil 1,6l/h 0,15m - 1.900m	18973	0,20	1,6	0,15	1.900
Fita Got. Amanco Drip 8 mil 1,6l/h 0,20m - 2.300m	18974	0,20	1,6	0,20	2.300
Fita Got. Amanco Drip 8 mil 1,6l/h 0,30m - 2.500m	18975	0,20	1,6	0,30	2.500
Fita Got. Amanco Drip 8 mil 1,6l/h 0,40m - 2.500m	18976	0,20	1,6	0,40	2.500
Fita Got. Amanco Drip 10 mil 1,6l/h 0,20m - 1.800m	18980	0,25	1,6	0,20	1.800
Fita Got. Amanco Drip 10 mil 1,6l/h 0,30m - 2.000m	18981	0,25	1,6	0,30	2.000
Fita Got. Amanco Drip 10 mil 1,6l/h 0,40m - 2.000m	18982	0,25	1,6	0,40	2.000
Fita Got. Amanco Drip 12 mil 1,6l/h 0,20m - 1.300m	18983	0,30	1,6	0,20	1.300
Fita Got. Amanco Drip 12 mil 1,6l/h 0,30m - 1.400m	18984	0,30	1,6	0,30	1.400
Fita Got. Amanco Drip 12 mil 1,6l/h 0,40m - 1.500m	18985	0,30	1,6	0,40	1.500
Fita Got. Amanco Drip 15 mil 1,6l/h 0,20m - 1.150m	18986	0,38	1,6	0,20	1.150
Fita Got. Amanco Drip 15 mil 1,6l/h 0,30m - 1.300m	18987	0,38	1,6	0,30	1.300
Fita Got. Amanco Drip 15 mil 1,6l/h 0,40m - 1.300m	18988	0,38	1,6	0,40	600
Fita Got. Amanco Drip 24 mil 1,6l/h 0,30m - 600m	18992	0,60	1,6	0,30	600
Fita Got. Amanco Drip 24 mil 1,6l/h 0,40m - 600m	18993	0,60	1,6	0,40	600
Fita Got. Amanco Drip 24 mil 1,6l/h 0,50m - 600m	18994	0,60	1,6	0,50	600
Fita Got. Amanco Drip 24 mil 1,6l/h 0,60m - 600m	18995	0,60	1,6	0,60	600
Fita Got. Amanco Drip 24 mil 1,6l/h 0,70m - 600m	18996	0,60	1,6	0,70	600
Fita Got. Amanco Drip 24 mil 1,6l/h 0,75m - 600m	18997	0,60	1,6	0,75	600

E = Espessura da Fita (mm)

VN = Vazão nominal em litro/hora com pressão de teste de 1 bar

Esp./got. = Espaçamento entre gotejadores por metro

DI = Diâmetro interno da Fita Gotejadora

Nota: A vazão nominal de 1,6 l/h é com pressão de 1 bar (essa pressão não é a recomendada para utilização, a pressão recomendada depende da espessura da Amanco Drip Fita Gotejadora)



ESPESSURA DA FITA	X	PRESSÃO MÁX. DE OPERAÇÃO
6 mil		8 mca
8 mil		10 mca
10 mil		12 mca
12 mil		13 mca
15 mil		15 mca
18 mil		18 mca
24 mil		24 mca

ANEXO D – BOIA ELÉTRICA

Chave Boia

Aplicação

Permite o controle automático de nível de líquidos, através dos comandos de bombas e sistemas de alarme.

Vantagens

- Isento de mercúrio: controle por princípio eletromecânico.
- Contato reversível: permite o controle de nível inferior ou superior.
- Fácil instalação.

Especificações técnicas

- Grau de proteção: IP X8.
- Proteção contra choques elétricos: Classe II .
- Material: Boia em polipropileno - PP.
- Temperatura máxima: 60°C.
- Tipo de interrupção: Micro-desconexão.

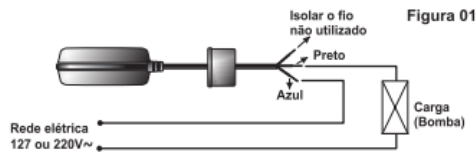
Corrente [A]	Capacidade em CV	
	127V~	220V~
15	3/4	1

Recomendações

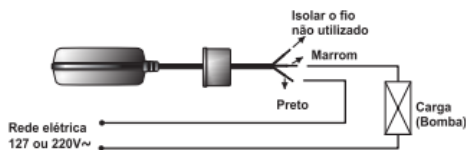
- Assegurar-se que a potência do dispositivo a ser controlado é compatível com a capacidade elétrica da boia. No caso de motores de capacidade acima da especificação, é necessária a utilização de um contator ou dispositivo de comando similar.
- As instalações elétricas devem estar de acordo com a NBR-5410 (Instalações elétricas de baixa tensão).
- Recomendamos a utilização de contadores providos de proteção (fusíveis, relés térmicos etc.).
- Não devem ser feitas emendas no cabo de alimentação, que eventualmente possam entrar em contato com o líquido existente no reservatório.**
- O controlador de nível não é indicado para uso em líquidos inflamáveis ou corrosivos.

Esquemas de ligação

Controle de nível superior: desliga no limite superior
Exemplo: Caixa d'água

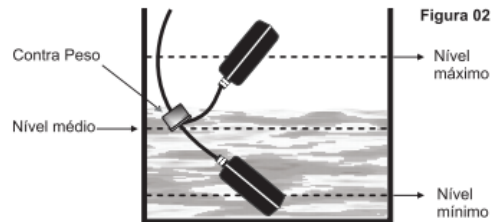


Controle de nível superior: desliga no limite superior
Exemplo: Caixa d'água

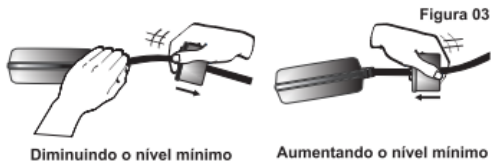


Montagem e Ajustes Iniciais

- 1) Para o controle de nível em reservatório inferior (desliga no limite inferior) utilizar o fio preto em conjunto com o marrom. Para o controle de nível em reservatório superior (desliga no limite superior) utilizar o fio preto em conjunto com o azul. Maiores detalhes são apresentados no esquema de ligação figura 01.
- 2) Encher o reservatório até o nível máximo desejado. Para evitar eventual transbordamento, mantenha uma margem de segurança na borda do tanque.
- 3) Mantendo o nível do líquido, descer a boia no reservatório (pelo cabo) até que ocorra a comutação da chave. Este ponto determina o nível máximo.
- 4) Esvaziar gradualmente o reservatório, até que a chave seja novamente acionada. Este ponto determina o nível mínimo.
- 5) Caso seja necessário ajustar o nível mínimo, utilizar o contrapeso que deve ser montado conforme figura 02:



- 6) Para diminuir o nível mínimo, o contrapeso deve ser gradualmente afastado da boia. Para aumentar o nível mínimo, o contrapeso deve ser gradualmente aproximado da boia, maiores detalhes estão apresentados na figura 03:



- 7) Repetir os passos 3 e 4 até definir o ajuste ideal. Em seguida, fixar o cabo na parte superior do reservatório.

Termo de garantia

Este produto é garantido por 06 meses contra defeitos de fabricação e componentes. Esta garantia somente é válida para produtos não violados, sendo excluídos os defeitos decorrentes de ligações e instalações incorretas, usos não especificados e outros danos causados ao produto.

MG
MARGIRIUS

MAR-GIRIUS CONTINENTAL I.C.E. LTDA
Av. Vicente Zini, 665 | Porto Ferreira - SP | CEP: 13660-000
PABX: (xx19) 3589-5000 | Televendas 0800 707 3262
email: produto@margirius.com.br | www.margirius.com.br

B/12137_R1