

INSTITUTO FEDERAL GOIANO
CAMPUS URUTAÍ
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

**PROJETO TÉCNICO DE IRRIGAÇÃO POR SISTEMA DE
GOTEJAMENTO PARA CULTURA DO PIMENTÃO**

RAFAEL FERNANDES DE OLIVEIRA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Agrícola do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, como requisito parcial a obtenção de título de Bacharel em Engenharia Agrícola, sob orientação do Prof. Dr. Leandro Caixeta Salomão.

URUTAÍ, GOIÁS

Março de 2022

INSTITUTO FEDERAL GOIANO CAMPUS URUTAÍ
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

**PROJETO TÉCNICO DE IRRIGAÇÃO POR SISTEMA DE
GOTEJAMENTO PARA CULTURA DO PIMENTÃO**

RAFAEL FERNANDES DE OLIVEIRA

**Orientador: Prof. Dr. Leandro Caixeta Salomão
Co-orientadora: Prof. Dr^a. Raiane Ferreira de Miranda**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Agrícola do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, como requisito parcial a obtenção de título de Bacharel em Engenharia Agrícola, sob orientação do Prof. Dr. Leandro Caixeta Salomão e co-orientação da Prof^a. Dr. Raiane Ferreira de Miranda.

URUTAÍ, GOIÁS

Março de 2022

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

048p Oliveria, Rafael Fernandes de Oliveria
PROJETO TÉCNICO DE IRRIGAÇÃO POR SISTEMA DE
GOTEJAMENTO PARA CULTURA DO PIMENTÃO / Rafael
Fernandes de Oliveria Oliveria; orientador Leandro
Caixeta Salomão ; co-orientadora Raiane Ferreira de
Miranda . -- Urutaí, 2022.
33 p.

TCC (Graduação em Engenharia Agrícola) -- Instituto
Federal Goiano, Campus Urutaí, 2022.

1. manejo da água de irrigação. 2. recursos
hídricos. 3. eficiência de aplicação de água. 4.
Capsicum annuum L.. I. , Leandro Caixeta Salomão,
orient. II. , Raiane Ferreira de Miranda, co-orient.
III. Título.



TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:
Rafael Fernandes de Oliveira

Matrícula:
2016101200640183

Título do trabalho:
PROJETO TÉCNICO DE IRRIGAÇÃO POR SISTEMA DE GOTEJAMENTO PARA CULTURA DO PIMENTÃO

RESTRICÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 27 /03 /2022

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Cristalina

Local

25 /03 /2022

Data

Rafael Fernandes de Oliveira
Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Karane Ferreira de Oliveira
Assinatura do(a) orientador(a)

INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CÂMPUS URUTAI
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

ALUNO: RAFAEL FERNANDES DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: LEANDRO CAIXETA SALOMÃO

CO-ORIENTADOR: RAIANE FERREIRA DE MIRANDA

Aprovado pela Comissão Examinadora



Msc. Fernando Soares de Cantuário



Msc. Lincoln Luis França



Prof^a. Dr^a. Raiane Ferreira de Miranda

Data da realização: 25 de março de 2022.

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso contou com a ajuda de diversas pessoas, dentre as quais agradeço de coração,

Ao meu professor e orientador, que durante alguns meses me acompanhou, e minha co-orientadora que me auxiliou e me preparou para a conclusão do projeto.

Aos professores do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí que através dos seus ensinamentos permitiram que eu pudesse hoje estar concluindo este trabalho,

A minha mãe que sempre esteve ao meu lado, me auxiliando e incentivando para seguir com minha graduação.

Aos meus amigos e familiares, pela compreensão pela falta de paciência e pela ausência temporária,

A todos que não citei, mas que participaram de uma forma ou outra em me ajudar a concluir esse trabalho.

RESUMO

A irrigação atua para suprir a demanda hídrica da cultura em seus estágios de desenvolvimento, oferecendo condições hídricas para que em campo um determinado material genético expresse seu máximo potencial produtivo. A escolha do método e sistema adotado, são primordiais para o sucesso do projeto de irrigação. O gotejamento se expandiu em cultivos de hortaliças principalmente naquelas que não toleram o molhamento das folhas, tronco e dos frutos. O projeto de irrigação foi elaborado para um área de 3,41ha para implantação de pimentão com tipo de solo Areno-argiloso (textura média), com finalidade de fornecer a cultura a quantidade de água necessária para cada fase fenológica. O dimensionamento foi calculado sobre as características do terreno, levando em conta desnível, tipo de solo e método de irrigação ideal para o cultivo. Os valores da implantação do projeto, e custo com bombeamento foram estimados em R\$53.496,72 e R\$1.230,08, respectivamente.

Palavras-chave: *Capsicum annuum* L.; manejo da água de irrigação; recursos hídricos; eficiência de aplicação de água.

ABSTRACT

Irrigation works to supply the water demand of the crop in its development stages, offering water conditions so that a certain genetic material can express its maximum productive potential in the field. The choice of method and system adopted are essential for the success of the irrigation project. Drip has expanded in vegetable crops, especially in those that do not tolerate wetting of leaves, trunk and fruits. The irrigation project was designed for an area of 3.41ha for the implantation of peppers with a sandy-clay soil type (medium texture), in order to provide the crop with the amount of water needed for each phenological phase. The sizing was calculated based on the characteristics of the terrain, taking into account unevenness, soil type and ideal irrigation method for the crop. The project implementation and pumping costs were estimated at R\$53,496.72 and R\$1,230.08, respectively.

Keywords: *Capsicum annuum* L.; irrigation water management; water resources; water application efficiency.

SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT	6
1. INTRODUÇÃO	8
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 Manejo da água de irrigação	10
2.2 Projeto de irrigação localizado	10
2.3 Exigências hídricas do pimentão	12
3. MEMORIAL DESCRITIVO	14
4. DIMENSIONAMENTO AGRONÔMICO	15
5. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO	17
6. LISTA DE MATERIAL E ORÇAMENTO	25
7. PLANTA BAIXA HIDRÁULICA DO PROJETO	26
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

1. INTRODUÇÃO

Os recursos hídricos são essenciais para produção de alimentos e sobrevivência das espécies e sua utilização principalmente na agropecuária traz grandes debates devido sua escassez. Mantovani et al. (2008) informam que no Brasil tem-se 16% da produção total e 35% do valor econômico de área cultivada e irrigada. Mas apesar do alto consumo, a irrigação é a forma mais eficiente para produzir alimentos em grande escala (VENÂNCIO, 2015).

A irrigação atua para suprir a demanda hídrica da cultura em seus estágios de desenvolvimento, dando assim condições para que em campo um determinado material genético possa expressar todo seu potencial produtivo, com maior qualidade, agregação de valor, competitividade e lucro (BARROS et al., 2016).

Para realizar a irrigação existe diferentes métodos com seus variados sistemas que são comumente conhecidos como aspersão, localizada, superfície e subsuperficial ou subterrâneo. Conforme Pires et al., (2008), 93% dos quase 3 milhões de hectares irrigados usam métodos menos eficientes como o superficial (56%), pivô central (19%) e aspersão convencional (18%).

A FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura) estimou um aumento de 11% na demanda de água pela agricultura irrigada no período entre 2008 e 2050, sendo grande parte desses recursos hídricos destinados a produção de alimentos (JACOBI et al., 2015). Portanto a agricultura irrigada deve considerar esses fatores, de modo a garantir água em quantidade e qualidade, visando o sucesso do empreendimento e minimizando o conflito com outros usuários (FAO, 2017). Alves et al., (2020) destaca os métodos de irrigação localizada como uma forma mais sustentável de utilizar os recursos hídricos, especialmente os sistemas de gotejamento que visa o incremento produtivo e qualidade da produção, além de minimizar o desperdício de água, a lixiviação de nutrientes e a degradação do meio ambiente (PEREIRA et al., 2016).

O gotejamento se expandiu em cultivos de hortaliças principalmente em especiais que não toleram o molhamento das folhas e tronco e dos frutos. Outro fator considerável é que esse sistema possui alta uniformidade de aplicação de água, permitido também a aplicação de produtos químicos com uma maior eficiência (SOUZA et al., 2006).

A cultura do pimentão tem uma grande importância econômica e está entre as dez hortaliças mais produzidas no Brasil (BRAINER et al., 2021), sendo a terceira solanácea mais cultivada, atrás apenas do tomate e batata,

porém é uma olerícola extremamente sensível a irrigação tanto pela falta quanto pelo excesso, por isso o sistema de gotejamento é o mais indicado em algumas regiões brasileiras (LOPES et al., 2018).

Assim, a proposta deste estudo é dimensionar um projeto de irrigação localizada por gotejamento para a cultura do pimentão.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Manejo da água de irrigação

A gestão de recursos hídricos pode ser definida como o conjunto de ações destinadas a regular o uso da quantidade de água aplicada por irrigação, que, de maneira geral, é a necessária para elevar a umidade à capacidade de campo na camada de solo correspondente à profundidade efetiva do sistema radicular, pode ser determinada de duas maneiras: a primeira, baseada no solo, consiste em determinar a sua umidade momentos antes da irrigação; a segunda, baseada na planta, consiste em determinar a água evapotranspirada pela cultura entre duas irrigações consecutivas. A forma de distribuição de água ao usuário é o fator que primeiramente influencia a escolha do método para o manejo da água de irrigação, aplicação de água de forma inadequada, seja em excesso ou em déficit acarreta prejuízos a produção. Quando em excesso, além do desperdício de água, ocorre o gasto excessivo de energia elétrica, a saturação do solo, a lixiviação de nutrientes e agrotóxicos, e o favorecimento ao aparecimento de doenças.

Os métodos mais comumente empregados para o manejo da irrigação são os baseados no turno de rega calculado, no balanço e na tensão de água no solo, tem então o objetivo de promover o uso eficiente da água, aplicando a quantidade real necessária da cultura no momento da irrigação, reduzir o custo de energia e o uso racional dos recursos hídricos, promove o aumento da produtividade da cultura através do fornecimento de água e nutrientes por fertirrigação no sistema radicular da planta, evitando o contato com as folhas, frutos, assim reduzindo o aparecimento de fungos e doenças .

2.2 Projeto de irrigação localizado

No dia a dia da produção, muitos agricultores negligenciam a importância de um projeto de irrigação. Com isso, torna-se comum implantar um sistema sem levar em conta algumas particularidades de determinada cultura. Um projeto de irrigação adequado é fundamental para a captação, a condução e a distribuição da água para a cultura de forma eficiente. Para isso, torna-se necessário avaliar corretamente parâmetros como solo, clima, necessidades hídricas da cultura e os equipamentos mais apropriados para o projeto.

O fornecimento de água nas lavouras sempre deve ser feito de forma técnica para garantir a máxima eficiência e produtividade. Desse modo, se um sistema for construído de forma aleatória, sem levar em consideração parâmetros

técnicos, o produtor não pode ter nenhuma garantia de que a cultura será atendida de forma suficiente. Portanto, é importante ter em mente que independente do método de irrigação adotado e do sistema utilizado é preciso ficar claro que a maior eficiência da irrigação reduzirá custos de energia e consumo excessivo de água.

Na irrigação por localizada, a água é distribuída por uma rede de tubos de polietileno e os emissores utilizados são chamados de gotejadores (Figura 1), que aplicam água a baixas vazões, a aplicação de água visa molhar especificamente a área de solo na qual se encontra o sistema radicular da cultura sendo fornecida para a região próxima ao sistema radicular da planta por meio dos emissores.



Figura 1. Tubo gotejador. Fonte: catálogo Drip-Plan.

Este sistema apresenta menor consumo de água em relação a outros sistemas, como aspersão e o pivô central. Em função da alta eficiência de aplicação de água, da menor vazão requerida para o sistema e por causa da maior uniformidade de aplicação da água.

É importante que o projeto seja realizado com as características do local e cultura que serão implantadas. No momento de dimensionar o sistema, deve-se ter como base os parâmetros de uniformidade que estão relacionados à engenharia hidráulica do sistema e os parâmetros da eficiência do sistema na qual envolve aspectos agronômicos da cultura (Figura 2) (BARROS et al., 2016).



Figura 2. Fase fenológicas do pimentão. Fonte:Vectorstock, ID da Imagem 23261296

Outro ponto a ser observado é a escolha da vazão do emissor pois influenciará na área molhada, no tempo de irrigação, no espaçamento entre os emissores, na pressão de trabalho do sistema, no bombeamento e filtragem e no preço final do projeto de irrigação (BARROS et al., 2016). Frizzone et al., (2012) induz que essa escolha seja realizada através da porcentagem de área molhada (PAM) que é a relação entre a área molhada pelo emissor em relação à área total da cultura.

2.3 Exigências hídricas do pimentão

Durante o ciclo da pimenteira devem ser realizadas alguns métodos para atender a demanda da cultura, tais como irrigação, tendo como variação o coeficiente da cultura que reflete o efeito das características específicas de cada cultura a sua necessidade de água. Esse coeficiente varia ao longo do ciclo do cultivo, iniciando com valores pequeno durante o crescimento e desenvolvimento, atinge seu valor máximo durante a floração e frutificação e volta diminuir durante a senescência. Além da variação do K_c , deve se destacar a atenção sobre o manejo de plantas invasoras, de insetos pragas e patógenos, adubação de cobertura, desbrota, tutoramento.

O pimentão é uma cultura muito sensível, e com um manejo de fungos e bactérias rigoroso. A antracnose é uma doença de grande importância na cultura do pimentão, pois ataca diretamente os frutos depreciando o seu valor comercial e levando a perdas severas na produção.

O controle não químico e utilizar sementes livres do patógeno, ter cuidado para que os plantios não fiquem adensados, evitar irrigação por aspersão, sendo mais indicado por gotejo ou infiltração para diminuir a dispersão da doença, fazer rotação com culturas não-hospedeiras por pelo menos um ano, e após a colheita os restos culturais devem ser retirados da área e devidamente eliminados.

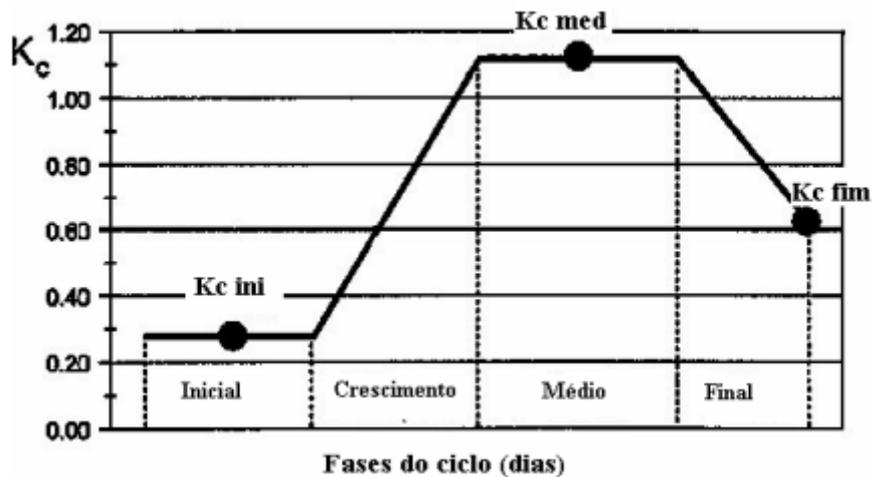


Figura 3. Kc para cultura do pimentão. Fonte: Allen et al. (1998)

A produção de pimentão no Brasil é realizada em campo aberto, especialmente durante a estação seca, ou em casas de vegetação, com cobertura plástica, sendo a irrigação prática fundamental para suprir a demanda hídrica das plantas. Nesse sistema de cultivo, a irrigação por gotejamento é usada por praticamente todos os produtores devido às inúmeras vantagens que oferece, como menor demanda de água/energia e a possibilidade de fornecimento de fertilizantes via água de irrigação. Dentre as principais vantagens do cultivo do pimentão, com o uso da fertirrigação por gotejamento, destacam-se a menor incidência de doenças da parte aérea, maior produtividade, melhor qualidade da produção.

3. MEMORIAL DESCRITIVO

Este projeto foi elaborado para uma área de 3,41ha com tipo de solo arenoso-argiloso com textura média, no qual será cultivado Pimentão Califôrnica Wonder. Demais especificações são descritas a seguir:

▪ **Dados do projeto:**

Jornada de trabalho: 21 horas dia⁻¹

Eficiência do sistema: 90%

Número de gotejadores por planta (n): 1 emissor planta⁻¹

Turno de rega: 3 dias

▪ **Dados do terreno:**

Área: 3,41 ha

Tipo de solo: Areno-argiloso (textura média)

Evapotranspiração de referência (ET_o): 5,5 mm dia⁻¹

▪ **Dados da cultura:**

Cultura: Pimentão

Cultivar: *Califôrnica Wonder*

Ciclo da cultura: 120 dias

Profundidade efetiva do sistema radicular (Z): 70 cm

Coefficiente máximo da cultura (K_c): 1,1

Espaçamento da cultura: 0,50 x 1 m

▪ **Dados técnicos gotejador a ser usado:**

Marca: DRIP-PLAN

Model: VARDT

Vazão:(q): 1,2 L h⁻¹

Pressão de serviço: 20 mca

Diâmetro externo do gotejador: 18 mm

Diâmetro interno do gotejador: 16 mm

Espessura da parede do tubo: 0,63 mm

Espaçamento entre gotejador: 0,50 m

Diâmetro molhado: 0,832 m

4. DIMENSIONAMENTO AGRONÔMICO

- **Cálculo da porcentagem de área molhada (P):**

Área representada por planta: $0,5 \times 1,0 = 0,5 \text{ m}^2$

Área molhada por planta: $0,832 \times 0,5 = 0,416 \text{ m}^2$

$$P = 100 * \left(\frac{AM}{AC} \right)$$

$$P = 100 * \left(\frac{0,416}{0,5} \right)$$

$$P = 83,20\%$$

Onde:

AM= área molhada

AC= área representada por planta

- **Evapotranspiração potencial da cultura:**

$$E_{tpc} = E_{To} * K_c$$

$$E_{tpc} = 5,5 * 1,1$$

$$E_{tpc} = 6,05 \text{ mm/dia}$$

Onde:

E_{To}: Evapotranspiração de referência

K_c: Coeficiente da cultura

- **Evapotranspiração na área irrigada pelo emissor:**

$$E_{tg} = E_{tpc} * \left(\frac{P}{100} \right)$$

$$E_{tg} = 6,05 * \left(\frac{83,20}{100} \right)$$

$$E_{tg} = 5,033 \text{ mm/dia}$$

Onde:

E_{Tpc}: Evapotranspiração potencial da cultura

P: Porcentagem de área molhada

- **Lâmina real necessária**

$$LRN = Etg * TR$$

$$LRN = 5,033 * 3$$

$$LRN = 15,099 \text{ mm}$$

Onde:

ETg: Evapotranspiração do gotejador

TR: turno de rega

- **Lâmina total necessária**

$$LTN = \frac{LRN}{Ea}$$

$$LTN = \frac{15,099}{0,9}$$

$$LTN = 16,776 \text{ mm}$$

Onde:

LRN: Lâmina real necessária

Ea: Eficiência de aplicação

- **Tempo de funcionamento em faixa contínua:**

$$T = \frac{LTN * Eg * El}{q}$$

$$T = \frac{16,776 * 0,5 * 1,0}{1,2}$$

$$T = 6,99 \text{ h}$$

Onde:

LTN: lâmina total necessária

Eg: Espaçamento entre gotejadores

El: Espaçamento entre linhas de plantas

q: Vazão do gotejado

- **Número de unidades operacionais:**

$$N \leq \frac{TR * JT}{T}$$

$$N \leq \frac{3 * 21}{6,99}$$

$$N \leq 9,012 \text{ ---- } 9 \text{ unidades operacionais}$$

Onde:

TR: Turno de rega

JT: Jornada de trabalho

T: Tempo de funcionamento

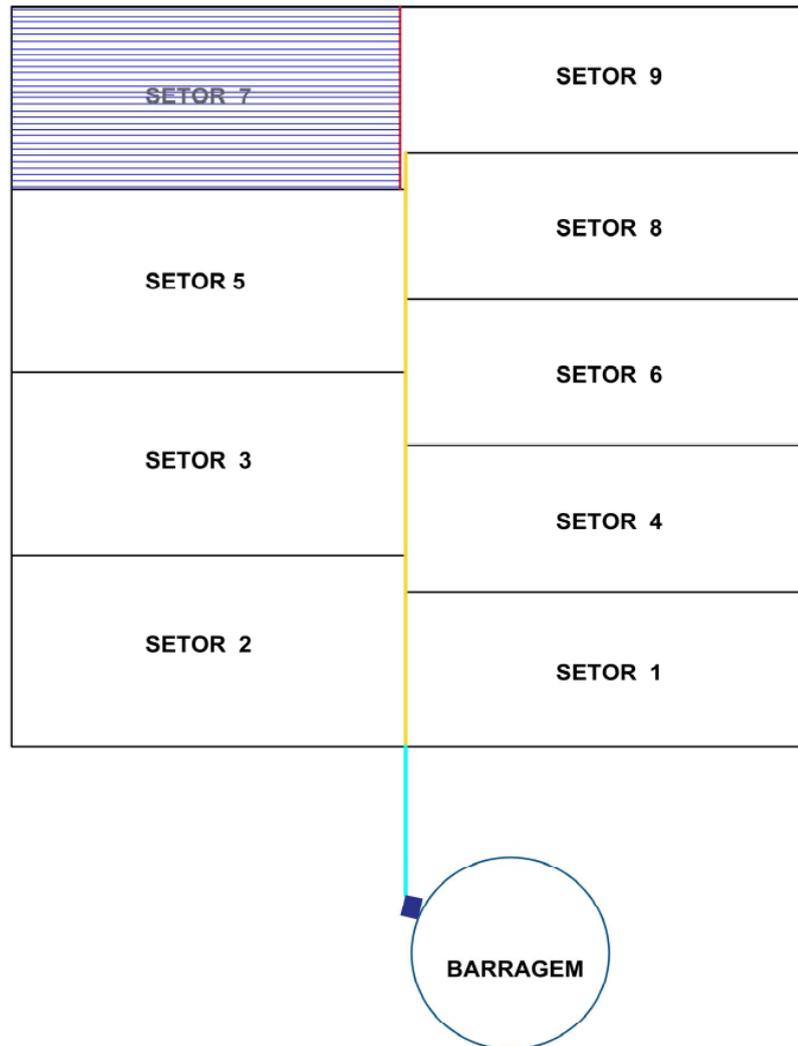
- **Nova Jornada de trabalho:**

$$N \leq \frac{TR * JT}{T}$$

$$9 \leq \frac{3 * JT}{6,99}$$

$$JT \leq 20,97 \text{ h}$$

5. DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO



- **Cálculo Di:**

$$D_i = D_e - 2x(e)$$

$$D_i = 18 - 2x(0,63)$$

$$D_i = 16,74\text{mm ou } 0,0167\text{m}$$

- **Cálculo da Linha Lateral**

Setor 7

Espaçamento entre emissor: 0,50 m

Comprimento da linha lateral: 95m

Total de emissor por linha lateral $95/0,50=190$ gotejadores

$$Q_L = n * q$$

$$Q_L = 190 * 1,2$$

$$Q_L = 228 \text{ l/h}$$

- **Fator de múltiplas saídas**

$$f = \frac{1}{m+1} + \frac{1}{2n} + \frac{\sqrt{m-1}}{6n^2}$$

$$f = \frac{1}{1,75+1} + \frac{1}{2*190} + \frac{\sqrt{1,75-1}}{6*190^2}$$

$$f = 0,366$$

Onde:

m = expoente da fórmula adimensional;

n = número de saídas

- **Perda de carga na linha lateral**

$$hf_{LL} = \frac{0,0009}{D^{4,75}} * Q^{1,75} * L * f$$

$$hf_{LL} = \frac{0,0009}{0,0167^{4,75}} * 0,0000633^{1,75} * 95 * 0,366$$

$$hf_{LL} = 0,389 \text{ mca}$$

Onde:

hf_{LL} : Perda de carga na linha lateral: mca

L: Comprimento da lateral: m

D_i : Diâmetro interno comercial: m

Q: Vazão: m³/s

f: Fator de saídas, adimensional

▪ **Pressão de entrada na linha lateral**

$$P_{in} = PS + \frac{3}{4} * hf_{LL}$$

$$P_{in} = 20 + \frac{3}{4} * 0,389$$

$$P_{in} = 20,29mca$$

▪ **Cálculo da Linha de Derivação do setor 7**

Número de gotejador setor 7 x vazão do gotejador

$$8170 * 1,2 = 9804 \text{ l/h ou } 0,00272m^3/s$$

$$H_f = 20\%PS$$

$$H_f = 4 - 0,389 = 3,611 \text{ mca}$$

$$H_f = 4 + 0,389 = 4,389 \text{ mca}$$

▪ **Fator de múltipla saídas**

$$f = \frac{1}{1,75+1} + \frac{1}{2n} + \frac{\sqrt{1,75-1}}{6n^2}$$

$$f = \frac{1}{1,75+1} + \frac{1}{2*43} + \frac{\sqrt{1,75-1}}{6*43^2}$$

$$f = 0,375 \text{ mca}$$

Onde:

m = expoente da fórmula adimensional;

n = número de saídas

- **Diâmetro da linha de derivação**

$$hf = 10,643 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,852} * \left(\frac{L}{D^{4,87}}\right) * f$$

$$4,10 = 10,643 * \left(\frac{0,00215}{140}\right)^{1,852} * \left(\frac{43}{D^{4,87}}\right) * 0,375$$

$$D = 0,0318 \text{ m}$$

Foi adotado diâmetro comercial para tubo de PVC de 35 mm, onde o diâmetro externo é de 38,1 mm, espessura de parede de 1,2mm. Marca Amanco. PN - 40

$$D_i = D_e - 2x(e)$$

$$D_i = 38,1 - 2x(1,2)$$

$$D_i = 35,7\text{mm} \text{ ou } 0,0357\text{m}$$

- **Perda de Carga na Linha de Derivação**

$$hf_{LD} = 10,643 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,852} * \left(\frac{L}{D^{4,87}}\right) * f$$

$$hf_{LD} = 10,643 * \left(\frac{0,00215}{140}\right)^{1,852} * \left(\frac{43}{0,0357^{4,87}}\right) * 0,375$$

$$hf_{LD} = 2,334 \text{ mca}$$

Onde:

hfLD: Perda de carga na linha lateral: mca

L: Comprimento da lateral: m

Di: Diâmetro interno comercial: m

Q: Vazão: m³/s

f: Fator de saídas, adimensional

- **Cálculo da Linha Principal**

$$L = 144 \text{ m}$$

$$Q = 0,00272 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$v = 1,5 \text{ m/seg}$$

$$D = \sqrt{\frac{4*Q}{\pi*v}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4*0,00272}{\pi*1,5}}$$

$$D = 0,0480 \text{ m}$$

Obs: Diâmetro comercial de PVC de 50 mm, onde o Diâmetro externo é de 50,5 mm, espessura de parede de 1,2 mm. Marca Amanco – PN 40

$$D_i = D_e - 2x(e)$$

$$D_i = 50,5 - 2x(1,2)$$

$$D_i = 48,1 \text{ mm ou } 0,0481 \text{ m}$$

▪ Perda de carga na linha principal

$$hf_{LP} = 10,643 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,852} * \left(\frac{L}{D^{4,87}}\right)$$

$$hf_{LP} = 10,643 * \left(\frac{0,00272}{140}\right)^{1,852} * \left(\frac{144}{0,0481^{4,87}}\right)$$

$$hf_{LP} = 7,543 \text{ mca}$$

Onde:

hfLP: Perda de carga na linha lateral: mca

L: Comprimento da lateral: m

Di: Diâmetro interno comercial: m

Q: Vazão: m³/s

f: Fator de saídas, adimensional

▪ Cálculo da Sucção

$$L = 18 \text{ m}$$

$$Q = 0,00272 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tubo PVC 75 mm. Diâmetro interno 75,5 mm , espessura da parede 1,5 mm.

Marca amanco - PN40

$$D_i = D_e - 2x(e)$$

$$D_i = 75 - 2x(1,5)$$

$$D_i = 72 \text{ mm} / 0,072 \text{ m}$$

▪ **Perda de carga na linha de sucção**

$$hf_{LS} = 10,643 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,852} * \left(\frac{L}{D^{4,87}}\right)$$

$$hf_{LS} = 10,643 * \left(\frac{0,00272}{140}\right)^{1,852} * \left(\frac{18}{0,072^{4,87}}\right)$$

$$hf_{LS} = 0,132 \text{ mca}$$

Onde:

hf_{LS}: Perda de carga na linha lateral: mca

L: Comprimento da lateral: m

D_i: Diâmetro interno comercial: m

Q: Vazão: m³/s

f: Fator de saídas, adimensional

▪ **Perda de carga localizada nas conexões**

$$P_e = (hf_{CI} + hf_{CD} + hf_{CP} + hf_{CS}) * 0,1$$

$$P_e = (0,389 + 2,334 + 7,543 + 0,132) * 0,1$$

$$P_e = 1,039 \text{ mca}$$

Perdas nos filtros = 7 mca

Perdas nas eletroválvulas = 11,8 mca

$$hf_{FLOC} = 1,039 + 7 + 11,8$$

$$hf_{FLOC} = 19,839 \text{ mca}$$

- **Pressão no Cavalete**

Desnível de 3%

$$\frac{L_{LD}}{100} * D = \frac{45}{100} * 3,0 = 1,35$$

$$P_{i_{LD}} = P_{IN} + hf_{CD} + /-hg_{LD}$$

$$P_{i_{LD}} = 20,29 + 2,334 + 1,35$$

$$P_{i_{LD}} = 23,974 \text{ mca}$$

- **Altura Manométrica total**

$$H = P_{i_{LD}} + hf_{LP} + hg_{LP} + hf_{LS} + hg_{LS} + hf_{LOC}$$

$$H = 23,974 + 7,543 + 4,32 + 0,132 + 0,54 + 19,839$$

$$H = 56,348 \text{ mca}$$

Obs. Através da análise de distribuição de pressão junto ao projeto por segurança os cálculos hidráulicos a partir da linha principal, foram realizado novamente utilizando PN 60.

Novo Cálculo - PN 60

- **Cálculo da Linha Principal**

$$L = 144 \text{ m}$$

$$Q = 0,00272 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$v = 1,5 \text{ m/}$$

$$D = \sqrt{\frac{4*Q}{\pi*v}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4*0,00272}{\pi*1,5}}$$

$$D = 0,0480 \text{ m}$$

Obs: Diâmetro comercial de PVC de 50 mm, onde o Diâmetro externo é de 50,5 mm, espessura de parede de 1,4 mm. Marca Amanco – PN 60

$$D_i = D_e - 2x(e)$$

$$D_i = 50,5 - 2x(1,4)$$

$$D_i = 47,7 \text{ mm} / 0,047 \text{ m}$$

▪ Perda de Carga na Linha Principal

$$hf_{LP} = 10,643 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,852} * \left(\frac{L}{D^{4,87}}\right)$$

$$hf_{LP} = 10,643 * \left(\frac{0,00272}{140}\right)^{1,852} * \left(\frac{144}{0,0474,87}\right)$$

$$hf_{LP} = 8,443 \text{ mca}$$

Onde:

hfLP: Perda de carga na linha lateral: mca

L: Comprimento da lateral: m

Di: Diâmetro interno comercial: m

Q: Vazão: m³/s

f: Fator de saídas, adimensional

▪ Cálculo da Sucção

$$L = 18\text{m}$$

$$Q = 0,00272\text{m}^3/\text{s}$$

Tubo PVC 75 mm. Diâmetro interno 75,5 mm , espessura da parede 2,1 mm. Marca amanco – PN60

$$Di = De - 2x(e)$$

$$Di = 75 - 2x(2,1)$$

$$Di = 70,8 \text{ mm} / 0,070\text{m}$$

▪ Perda de Carga na Linha de Sucção

$$hf_{LS} = 10,643 * \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,852} * \left(\frac{L}{D^{4,87}}\right)$$

$$hf_{LS} = 10,643 * \left(\frac{0,00272}{140}\right)^{1,852} * \left(\frac{18}{0,0704,87}\right)$$

$$hf_{LS} = 0,151 \text{ mca}$$

Onde:

hfLS: Perda de carga na linha lateral: mca

L: Comprimento da lateral: m

Di: Diâmetro interno comercial: m

Q: Vazão: m³/s

f: Fator de saídas, adimensional

▪ Perdas nas Conexões

$$Pe = (hf_{CI} + hf_{CD} + hf_{CP} + hf_{CS}) * 0,1$$

$$Pe = (0,389 + 2,334 + 8,443 + 0,151) * 0,1$$

$$Pe = 1,131 \text{ mca}$$

Perdas nos filtros = 7 mca

Perdas nas eletroválvulas = 11,8 mca

$$hf_{FLOC} = 1,131 + 7 + 11,8$$

$$hf_{FLOC} = 19,931 \text{ mca}$$

▪ Perdas no Cavalete

Desnível de 3%

$$\frac{L_{LD}}{100} * D = \frac{45}{100} * 3,0 = 1,35$$

$$Pi_{LD} = PIN + hf_{CD} + /-hg_{LD}$$

$$Pi_{LD} = 20,29 + 2,334 + 1,35$$

$$Pi_{LD} = 23,974 \text{ mca}$$

▪ Pressão Máxima de Projeto

$$H = Pi_{LD} + hf_{LP} + hg_{LP} + hf_{LS} + hg_{LS} + hf_{FLOC}$$

$$H = 23,974 + 8,443 + 4,32 + 0,151 + 0,54 + 19,931$$

$$H = 57,359 \text{ mca}$$

▪ Escolha de Bomba

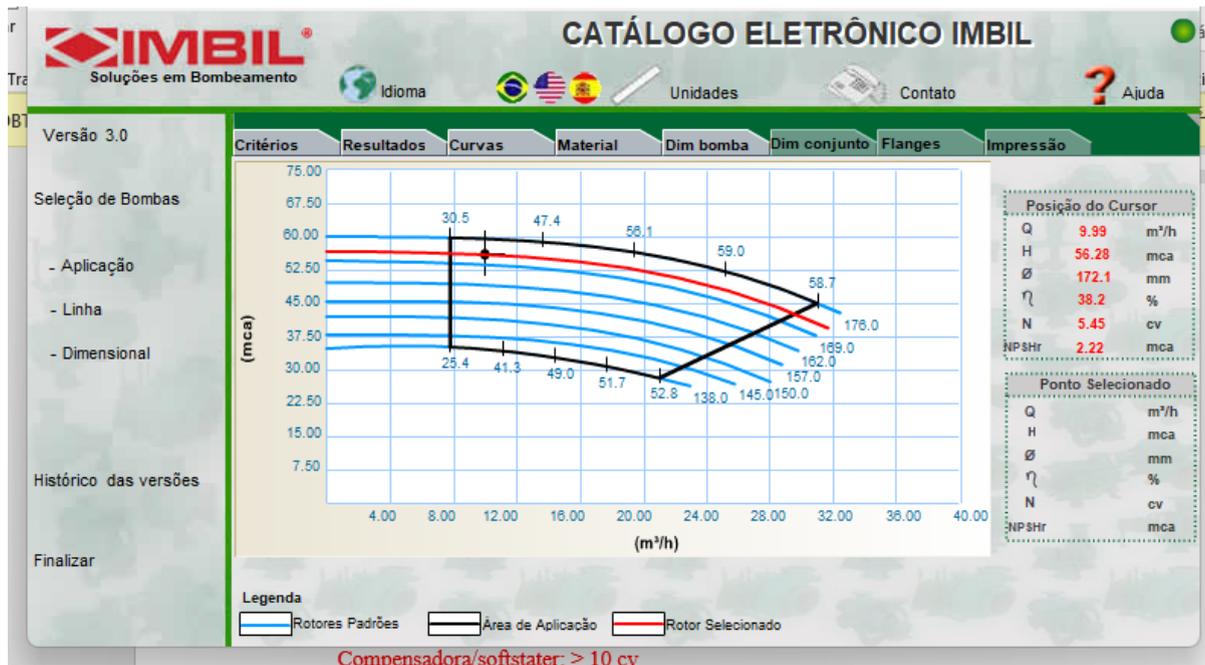
Pressão de Projeto = 57,359 mca

Vazão de Projeto = 9,72 m³/h

Escolha do motor, chave e transformador:

Potência do motor = Pot da bomba + folga

Potência do motor = 5,42 cv



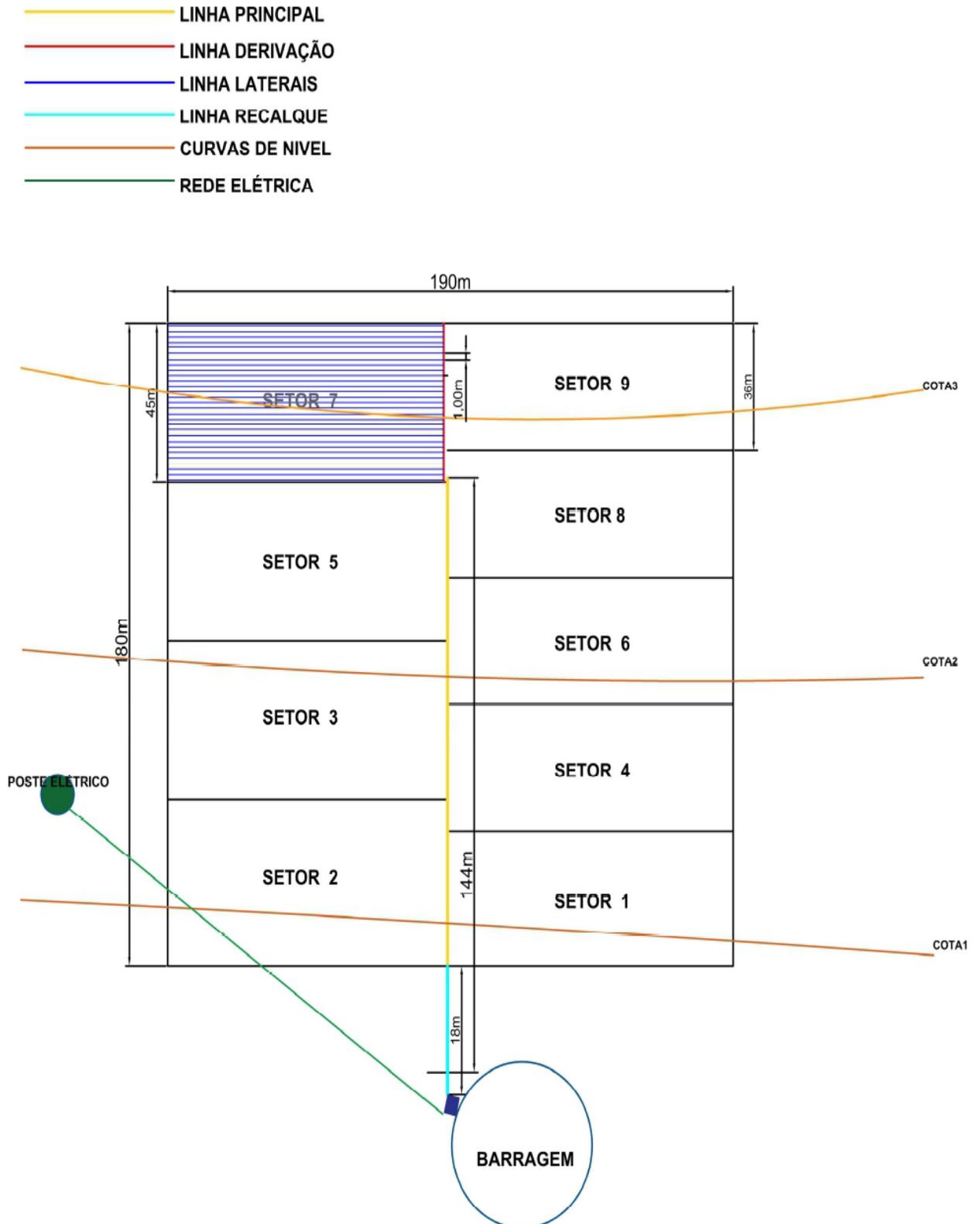
6. LISTA DE MATERIAL E ORÇAMENTO

Tabela 1. Lista de material e orçamento para instalação do projeto técnico de irrigação por sistema de gotejamento para cultura do pimentão.

DESCRIÇÃO	UND.	QTDE	Und.(R\$)	TOTAL (R\$)
Linha lateral				
Tubo Gotejador	Bobina	65	500,00	32.500,00
Anel fim de linha	Und.	350	0,35	122,50
Conector de saída para linha lateral	Und.	350	2,00	700,00
Linha de derivação				
Tubo PVC 35 mm	Barra	60	20,00	1.200,00
Registro de gaveta de 35 mm	Und.	10	16,00	160,00
Joelho de 90ºde 35 mm	Und.	9	2,50	22,50
Tampão fim de linha 35 mm	Und.	10	1,00	10,00
Redução 50 mm para 35 mm	Und.	10	15,00	150,00
Linha principal				
Tubo PVC 50 mm	Barra	30	23,25	697,50
Registro de gaveta de 50 mm	Und.	2	18,49	36,98
Conexão "T" PVC 50 mm	Und.	9	0,90	8,10
Linha de sucção				
Tubo PVC 75 mm	Barra	3	41,38	124,14
Válvula de pé com crivo 75 mm	Und.	1	90,00	90,00
Redução 75 mm para 50 mm	Und.	1	22,00	22,00
Ventosa 75 mm	Und.	1	180,00	180,00
Casa de bombas / Cabeçal de controle				
Conjunto MB (5,42 cv)	Und.	1	5.000,00	5.000,00
Filtro de areia 200 mesh	Und.	1	600,00	600,00
Filtro de disco	Und.	2	95,00	190,00
Hidrômetro	Und.	1	160,00	160,00
Manômetro	Und.	4	80,00	80,00
Reservatório de água	Und.	1	300,00	300,00
Bomba Injetora de fertilizante ½ cv	Und.	1	200,00	200,00
Válvula de retenção	Und.	1	75,00	75,00
Outros				
Cola para PVC	Und.	20	3,00	60,00
Custo (implantação e projeto)	Und.	1	15.000,00	15.000,00
Total (R\$)				57.718,72

Cotação realizada em: 20/03/2022

7. PLANTA BAIXA HIDRÁULICA DO PROJETO



8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBURQUERQUE, P. E. P.; DUROES, F. O. M. Uso e manejo de irrigação, 2ª ed Brasília: Embrapa, 2013. 528p.
- ALEXANDRE, A. A. I. R. Desempenho de métodos de estimativa de evapotranspiração de referência na região sul de Goiás. Dissertação, v.1, p.14, 2021.
- ALVES, D. K. M., TEIXEIRA, M. B., CUNHA, F. N., FILHO, F. R. C., SOARES, J. A. B. & GOMES, L. F. Grau de entupimento em um sistema de irrigação localizada submetido a diferentes tempos de funcionamento. *Research, Society and Development*, 1-25. 2020.
- ANA. Quantidade de água. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas, 2020. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>>.
- BARROS, A. C.; SANTOS, T. P.; NETTO, A.O.; Vazão ideal de gotejadores para a cultura do pimentão em diferentes tipos de solo. *Irriga, Botucatu, Edição Especial, IRRIGA & INOVAGRI*, p. 121-128, 2016
- BATISTA, J. B. A.P. Avaliação do crescimento, Necessidade Hídrica e eficiência no uso da água pela cultura do pimentão. Dissertação, v.1, p.16, 2006
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de Irrigação. 8 Ed. UFV, Viçosa. 2008.
- BRAINER, M. S. C. B. Produção de hortaliças na área de atuação do BNB. *Caderno Setorial ETENE. Banco do Nordeste*, v.1, n. 180, p. 5, 2021
- BRUNO, H, B, A. Irrigação: gestão e manejo, 1ª ed Brasília: Embrapa, 2019. 12p.
- FAO. Distribuição de água doce no mundo. 2017
- FERNÁNDEZ, M. D.; BONACHELA, S.; ORGAZ, F.; THOMPSON, R.; LÓPEZ, J. C.; GRANADOS, M.R.; GALLARDO, M.; FERERES, E. Measurement and estimation of plastic greenhouse reference evapotranspiration in a Mediterranean climate. *Irrigation Science*, v.28, p.497-509, 2010.
- FRIZZONE, J. A.; FREITAS, P. S. L. de; REZENDE, R.; FARIA, M. A. de. Micro irrigação: Gotejamento e Micro aspersão. 1. ed. Maringá: Eduem, 2012. 356 p.
- JACOBI, P. R.; CIBIM, J. C.; SOUZA, A. N. Crise da água na região metropolitana de São Paulo 2013/2015. *GEOUSP: Espaço e Tempo (Online)*, v. 19, n. 3, p. 422-444, 2015.
- LOPES, S. M.; ALCANTRA, E.; REZENDE, R. M.; FREITAS, A, S.; Avaliação de frutos de pimentão submetidos ao ensacamento no cultivo orgânico. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, v. 16, n. 1, p. 1-11, 2018.
- PEREIRA, M. E.; LIMA JUNIOR, J. A. D.; SOUZA, R. O. D. M.; GUSMÃO, S. A.; LIMA, V. M. Irrigation management influence and fertilizer doses with boron on productive performance of cauliflower. *Engenharia Agrícola*, v. 36, n. 5, p. 811-821, 2016.
- PIRES, R. C. M.; ARRUDA, F. B.; SAKAI, E.; CALHEIROS, R.O.; BRUNINI, O. Agricultura irrigada. *Revista Tecnologia e Inovação Agropecuária*, v. 1, n. 1, p. 98-111, 2008.

- SOUZA, J. A. A.; Cordeiro, E. A.; Costa, E. L. Aplicação de hipoclorito de sódio para recuperação de gotejadores entupidos em irrigação com água ferruginosa. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.10, p.59,2006.
- VENANCIO, D. F. V.; SANTOS, R. M.; CASSARO, S.; PIERRO, P. C. C. A crise hídrica e sua contextualização mundial. *Enciclopédia Biosfera*, v. 2, n.11, p. 1-13, 2015.
- WALDIR, W. A. M.; MARCOS, B. B. Produção Integrada de Pimentão – PIP: Irrigação e Fertirrigação na Cultura do Pimentão, 1º ed Embrapa Brasília, Doc.152, 5p. 2015
- WALDIR, W. A. M.; WASHINGTON, W. L. C. S. Irrigação na Cultura do Pimentão,v.1,vp.03, 2012.
- TOZZE JN., H.J.; MELLO, M.B.A.; Massola Jr., N.S. Caracterização morfológica e fisiológica de isolados de *Colletotrichum* sp. causadores de antracnose em solanáceas. *Summa Phytopathologica*, v. 32, n. 1, p. 71-79, 2006.
- Agrofit – Sistema de agrotóxicos fitossanitários. Disponível em:
<http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>.
Acessado em: 26.03.2022