



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS



CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ARISTIDES CONSTANTINO CAVALCANTE

**CUSTO DE PROJETOS DE IRRIGAÇÃO EM FUNÇÃO DO DESENHO DAS  
TUBULAÇÕES**

Rio Largo – AL

2020

ARISTIDES CONSTANTINO CAVALCANTE

**CUSTO DE PROJETOS DE IRRIGAÇÃO EM FUNÇÃO DO DESENHO DAS  
TUBULAÇÕES**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Campus de Engenharias e  
Ciências Agrárias da Universidade Federal  
de Alagoas, como parte das exigências para  
a obtenção do título de Engenheiro  
Agrônomo.

**ORIENTADOR**

Prof. Dr. Iêdo Teodoro

Rio Largo – AL

2020

**Catálogo na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca do Campus de Engenharias e Ciências Agrárias**  
Bibliotecária Responsável: Myrtes Vieira do Nascimento

C376c Cavalcante, Aristides Constantino

Custo de projeto de irrigação em função do desenho das tubulações. /  
Aristides Constantino Cavalcante – 2020.  
43 f.; il.

Monografia de Graduação em Agronomia (Trabalho de Conclusão de  
Curso) – Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e  
Ciências Agrárias. Rio Largo, 2021.

Orientação: Prof. Dr. Iêdo Teodoro

Inclui bibliografia

1. Sistemas de irrigação. 2. Desenhos de projetos. 3. Custo de projeto.  
I. Título.

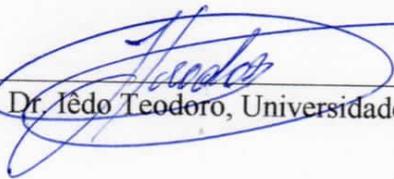
CDU 631.67

**Folha de Aprovação**

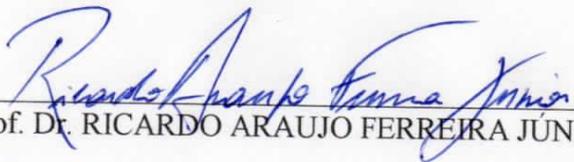
AUTOR: ARISTIDES CONSTANTINO CAVALCANTE

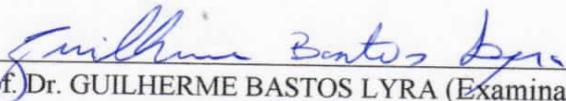
**CUSTO DE PROJETOS DE IRRIGAÇÃO EM FUNÇÃO DO DESENHO DAS  
TUBULAÇÕES.**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Campus de Engenharias e  
Ciências Agrárias da Universidade  
Federal de Alagoas, como parte das  
exigências para a obtenção do título de  
Engenheiro Agrônomo.

  
\_\_\_\_\_  
(Prof. Dr. Iêdo Teodoro, Universidade Federal de Alagoas)

**Banca Examinadora:**

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. RICARDO ARAUJO FERREIRA JÚNIOR (Examinador externo)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. GUILHERME BASTOS LYRA (Examinador Interno)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. IÊDO TEÓDORO (Examinador Interno)

## **DEDICATÓRIA**

Primeiramente, a Deus, por me guiar em todos os momentos da minha vida, me concedendo força, sabedoria e discernimento;

Ao meu pai, Constantino Antônio da Silva Filho por ser o exemplo de homem, a ser seguido com sua educação humildade, honestidade, amizade e caráter. A minha mãe Eliane Viana Cavalcante Silva pelo seu incansável esforço em colaborar com o processo de formação intelectual e humano com carinho, amor e paciência;

Aos meus familiares, que sempre acreditaram em meu esforço;

Ao meu irmão Constantino Antônio Cavalcante Júnior pelos conselhos, carinho e estímulos;

Aos meus avós;

A todos que contribuíram e contribuem com a minha formação, colegas amigos e orientadores.

**DEDICO!**

## **AGRADECIMENTO**

Aos meus pais Constantino Antônio da Silva Filho e Eliane Viana Cavalcante Silva, pelo carinho, amor e incentivo com o qual me educaram.

Ao meu irmão Constantino Antônio Cavalcante Júnior, pelo apoio e companheirismo.

Ao meu orientador, professor Dr. Iêdo Teodoro, pelos ensinamentos, amizade, respeito, confiança, orientações e incentivos durante toda a graduação; aos professores Dr. Guilherme Bastos Lyra e Dr. Ricardo Araújo Ferreira Junior, pela amizade, ensinamentos e conselhos;

Ao corpo docente do CECA, pela importante contribuição na minha formação profissional;

Aos colegas de laboratório e amigos: Artur Cantarelli, Allan Moura, Jeferson, Marcelo Augusto, Augusto César, Lekson Rodriguese Ivomberg Dourado pela convivência, amizade, contribuição e ajuda;

A todos os meus colegas e amigos de turma pela amizade, ajuda e convivência.

Ao corpo docente do CECA, pela importante contribuição na minha formação profissional;

A todos os que acreditaram em mim e me ajudaram de forma na conclusão deste trabalho.

**AGRADEÇO!**

“Dificuldades preparam pessoas comuns  
para destinos extraordinários”.

*(C.S. Lewis)*

## RESUMO

CAVALCANTE, A. C. **Custo de Projetos de Irrigação em Função do Desenho das Tubulações**. 2020. 44 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias.

As áreas de cultivo irrigado destacam-se por altos índices de produtividade e a partir dos números é possível obter um conhecimento breve dos custos e das vantagens e desvantagens da irrigação no mundo. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os custos de implantação de projetos de irrigação com diferentes desenhos. O projeto foi elaborado para um experimento com a cultura de milho em uma área experimental no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL). O projeto técnico foi elaborado seguindo metodologias consagradas para dimensionamento de irrigação por gotejamento. O gotejador foi escolhido a partir da demanda hídrica total da cultura e respeitando a quantidade de horas de operação de 9 horas diárias, para operar a noite, horário de energia mais barata. A área irrigada foi de 38,0 m x 80,0 m totalizando 0,30 hectares, dividida em 5 setores. Conclui-se que o desenho 02 do projeto foi aproximadamente 50% a mais barato do que o desenho 01, resultando numa economia de R\$ 5.414,02 reais e isso ratifica a necessidade de realização de um planejamento antes de instalar qualquer sistema de irrigação a fim de proporcionar economia e melhorar a dinâmica ou manejo da instalação dos projetos.

**Palavras-chave:** Sistemas de irrigação, custo e desenho de projeto.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Uso da água no mundo conforme os diferentes tipos de atividades.....15
- Figura 2.** Primeiro Desenho do arranjo para irrigação em área de pesquisa.....32
- Figura 3.** Segundo Desenho do arranjo para irrigação em área de pesquisa.....35

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Métodos de irrigação e exemplos dos principais sistemas.....	16
<b>Tabela 2.</b> Dados técnicos para dimensionamento do sistema de irrigação.....	32
<b>Tabela 3.</b> Planilha de quantitativo do projeto executivo desenho 1.....	34
<b>Tabela 4.</b> Orçamento desenho 1.....	34
<b>Tabela 5.</b> Planilha de quantitativo do projeto executivo desenho 2.....	36
<b>Tabela 6.</b> Orçamento desenho 2.....	37

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	11
2. OBJETIVOS .....	13
3. REVISAO BIBLIOGRÁFICA .....	14
3.1. História e Importância da Irrigação.....	14
3.2. Métodos e Sistemas de Irrigação .....	15
3.2.1. Método de irrigação por superfície .....	16
3.2.2. Método de irrigação por aspersão .....	17
3.2.3. Método de Irrigação Localizada .....	18
3.2.4. Método de irrigação subterrânea.....	19
3.3. Eficiência de um Sistema de Irrigação .....	20
4. MATERIAS E MÉTODO .....	22
4.1. Características da Área do Projeto e Clima da Região.....	22
4.2. Características do Projeto .....	22
5. RESULTADO E DISCUSSÃO .....	31
5.1. Memorial Descritivo .....	31
5.2. Desenho 1 .....	32
5.2.1. Projeto Técnico – Desenho 1 .....	33
5.2.2. Projeto executivo – Desenho 1 .....	33
5.3. Desenho 2 .....	35
5.3.1. Projeto executivo – Desenho 2 .....	36
6. CONCLUSÃO .....	38
REFERÊNCIAS .....	39

## 1. INTRODUÇÃO

O aumento do uso da água doce do planeta é decorrente em grande parte do crescimento populacional que resulta numa maior necessidade de produção de alimentos. Christofidis (2002) afirma que existe cerca de 470 milhões de hectares com aptidão para o uso na agricultura irrigada. Porém, aproximadamente 18% da área cultivada no mundo são irrigadas e contribui com 42% da produção mundial de alimentos que atende à demanda de aproximadamente 50% dos habitantes (SCOLARI, 2007).

As principais vantagens do uso da irrigação são desenvolvimento socioeconômico da região, segurança para suprir a necessidade hídrica da planta e atenuação dos riscos de perda da safra por seca, aumento da produtividade, melhoria na qualidade do produto, entre outros pontos positivos (SANTOS, 2016).

Na América Latina, a área irrigada é de aproximadamente 16,0 milhões de hectares, situados principalmente no Brasil, México, Argentina, Chile e Peru. O setor agrícola brasileiro se destaca como uma potência mundial e contribui de forma significativa para o desenvolvimento socioeconômico do país. Os dados do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA), da ESALQ/USP, evidenciam a importância desse ramo de produção, que movimentou cerca de R\$ 1,5 trilhões, totalizando 22% do PIB no ano de 2018. O potencial brasileiro para o uso da irrigação gira em torno de 29,0 milhões de hectares, atualmente são explorados 21% deste total (BARROS e RENNÓ, 2020). Estudos da Associação Brasileira de Irrigação e Drenagem (ABID) e a Câmara Setorial de Equipamentos de Irrigação (CSEI) da Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos (ABIMAQ) confirmam que a irrigação gera cerca de 12,0 milhões de empregos no Brasil.

O setor agrícola é fortemente dependente de fatores ambientais e em especial da precipitação pluvial, que pode ser limitada pelas mudanças climáticas (LIMA e ALVES, 2008). As previsões feitas sobre o futuro da agricultura apresentam estimativas de perdas entre 5 a 10% da produção mundial de cereais (STERN, 2007). A fim de viabilizar a implantação de novas áreas irrigáveis, com maiores produtividades e consequente otimização de lucro na agricultura é necessário conhecer todas as variáveis que oneram os custos de produção agrícola, como exemplo: irrigação, adubação, plantio, preparo de solo, dentre outras. A irrigação em especial é uma prática utilizada

com objetivo de maximizar os índices de produtividade, porém os altos custos de implantação dificultam a implantação desses projetos.

Contudo, novas alternativas para viabilizar a implantação de projetos de irrigação são desenvolvidas diariamente. Nesse sentido utilizam-se ferramentas computacionais para uso racional dos recursos financeiros que no contexto atual se faz escasso. O desenho de um projeto de irrigação influencia diretamente o custo de implantação (material e serviços), manutenção e manejo, seja para fins comerciais ou áreas de pesquisas e o planejamento adequado antes da implantação de projetos otimiza os custos de estabelecimento de cultivos em áreas irrigadas.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo Geral

Avaliar os custos de implantação de projetos de irrigação com diferentes desenhos.

### 2.2. Específicos

- ✓ Elaborar projetos bases (memorial descritivo, projeto técnico e projeto executivo) de dois desenhos para uma área experimental de 3.040 m<sup>2</sup>;
- ✓ Dimensionar os coeficientes técnicos do projeto de irrigação, com dois formatos diferentes;
- ✓ Calcular a quantidade de material para dois formatos de projeto de irrigação;
- ✓ Fazer o orçamento de dois formatos de projeto de irrigação.

### **3. REVISAO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1. História e Importância da Irrigação**

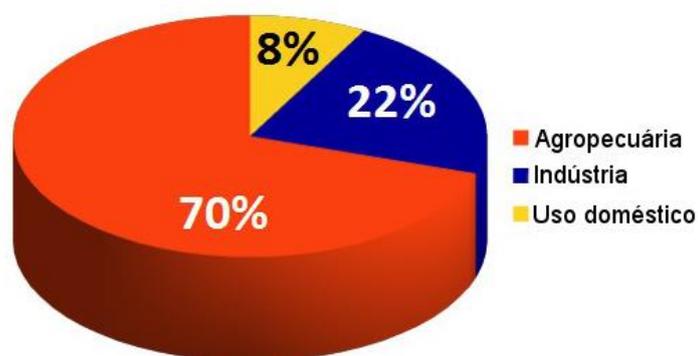
Um dos principais fatores que ameaçam a vida no mundo é a falta do recurso “água doce”, por esta razão é necessário utilizá-lo de forma racional, promovendo uma nova ética aos recursos hídricos, tendo como base a otimização da utilização. Como um importante marco para a gestão de recursos hídricos no Brasil, com a aprovação da Lei nº 9.433, de janeiro de 1997, a qual institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, prevê como instrumento de controle e gestão das águas a cobrança pelo seu uso (BRASIL, 1997). Atualmente o Brasil possui 12% do total de água doce no mundo, o que representa um incalculável patrimônio natural, principalmente aliado à sua biodiversidade e a abundância dos seus rios e lagos (SHIKLOMANOV, 1998). A água é importante no desenvolvimento de diversas atividades econômicas. Em relação à produção agrícola, por exemplo, considerando-se que a água pode representar até 90% da composição física das plantas, a sua falta, no período de crescimento vegetativo, pode destruir lavouras e até ecossistemas inteiros (TAMAGI et al., 2016).

A irrigação é uma técnica antiga que tem como função fornecer água no momento e na quantidade adequada ao desenvolvimento das plantas, para que estas expressem todo o seu potencial genético, proporcionando maior retorno econômico (DERMITAS e AYAS, 2009). O uso da irrigação mal planejada na agricultura tem sido motivo de grande preocupação no meio científico, devido à grande quantidade de água utilizada na produção de alimentos, porém quando esta é feita de maneira racional tem sido uma importante estratégia para otimização da produção agrícola, promovendo desenvolvimento sustentável no campo, com geração de emprego e renda (LUNA et al., 2013).

Na região Nordeste e em partes do cerrado brasileiro as reservas de água utilizável estão cada vez mais escassas (TRENTIN, 2005). Nessas regiões, a irrigação é cada vez mais utilizada para a produção agrícola (LIMA et al., 2004). Porém, nessas áreas, a demanda agrícola pode competir acentuadamente com outras modalidades de uso, inclusive para o abastecimento humano, podendo assim, provocar problemas de disputa pelo uso da água (BERNARDO, 1997). A possibilidade de aproveitamento de efluentes surge como fonte alternativa para ampliar a demanda hídrica. Embora a agricultura irrigada demande grande quantidade de água, a atividade pode tolerar águas

de qualidade inferior, quando comparada às necessidades das industriais e de uso doméstico (TRENTIN, 2005).

De acordo com Paz et al. (2002), a irrigação é a atividade humana que mais consome água, cerca de 70 % (Figura 1). Sendo assim, não pode ser entendido somente como um procedimento artificial para atender às condições de umidade do solo, pois a irrigação engloba todo um conjunto de fatores a atender as necessidades hídricas da planta, evitando excessos ou faltas de água, agregando o clima, o homem e o solo no qual o cultivo está implantado.



Adaptado Autor, 2020.

**Figura 1.** Uso da água no mundo conforme os diferentes tipos de atividade

Coelho et al. (2005) ratificam em seus estudos que o uso eficiente da água de irrigação pode ser alcançado melhorando a estrutura de irrigação então existente, em termos de tipos de cultivo, sistemas de irrigação e gestão do uso de água, os métodos de manejo da irrigação e as técnicas que permitem aumento da eficiência do uso da água.

### 3.2. Métodos e Sistemas de Irrigação

Os métodos de irrigação é a forma como a água é distribuída no campo e os sistemas são o conjunto de equipamentos empregados para conduzir e distribuir a água (BERNARDO, 2008).

De acordo com Bernardo (2008), os métodos de irrigação são basicamente divididos em quatro:

- ✓ Irrigação por superfície – é a utilização da superfície do solo para conduzir a água que deve ser aplicada à área a ser irrigada;

- ✓ Irrigação por aspersão – é a aplicação da água ao solo que resulta da subdivisão de um jato d'água lançado com pressão no ar atmosférico, através de simples orifícios ou de bocais de aspersores;
- ✓ Microirrigação, ou irrigação localizada – é a aplicação da água feita por emissores que operam com pressão e localizam o volume de água necessário nas áreas de interesse;
- ✓ Irrigação subterrânea – consiste na aplicação de água ao subsolo pela formação de um lençol freático de água artificial ou pelo controle de um aquífero natural, mantendo-o a uma profundidade conveniente, capaz de proporcionar um fluxo satisfatório de água na zona radicular da cultura, satisfazendo as suas necessidades no processo de evapotranspiração.

A irrigação por aspersão e a microirrigação são métodos pressurizados e a irrigação por superfície e a subterrânea são métodos não pressurizados (MANTOVANI et al., 2007). Na Tabela 1, estão Métodos de irrigação e exemplos de seus principais sistemas.

**Tabela 1.** Métodos de irrigação e exemplos dos principais sistemas.

<b>Métodos</b>	<b>Sistemas</b>
Superfície	Sulcos Inundação
Aspersão	Convencional Mecanizada (Pivô e Autopropelido Hidro Roll)
Localizada	Gotejamento Microaspersão
Subsuperfície	Gotejamento Subterrâneo Elevação do Lençol Freático Mesas de subirrigação

Autor, 2020.

### 3.2.1. Método de irrigação por superfície

O método de irrigação por superfície é considerado o mais antigo e utilizado em todo o mundo (Cuenca, 1989). Essa irrigação começa com a aplicação de água ao solo utilizando-se a sua superfície para o escoamento por gravidade. Walker e Skogerboe (1987) explicam que a civilização da Mesopotâmia desenvolveu a irrigação, entre os

vales dos rios Tigres e Eufrates, há mais de 6000 anos, utilizando, embora de forma rudimentar, o método por superfície.

A baixa eficiência de aplicação é um dos principais problemas da irrigação por superfície. Coelho (1986) em sua pesquisa verificou no Distrito de Irrigação do Estreito, estado da Bahia, eficiência de aplicação da ordem de 32%. Esse mesmo autor, no Distrito de Irrigação de Bebedouro, observou eficiência de aplicação, também, de 32%.

Dentre as principais vantagens e limitações que caracterizam os sistemas de irrigação por superfície, destacam-se:

Vantagens:

- ✓ Apresentam, geralmente, o menor custo anual por unidade de área;
- ✓ Potencialidade para minimizar o consumo de energia para irrigação;
- ✓ Podem utilizar águas de baixa qualidade física e química;
- ✓ Não interferem nos tratamentos fitossanitários da parte aérea da cultura;
- ✓ O vento não interfere na uniformidade de distribuição de água.

Limitações:

- ✓ Inadequados para solos rasos ou com elevada capacidade de infiltração;
- ✓ Os sistemas passam a integrar as áreas as quais foram implantadas;
- ✓ Geralmente, apresentam necessidade de sistematização do terreno.

### 3.2.2. Método de irrigação por aspersão

A irrigação por aspersão tem como vantagem maior eficiência de aplicação de água comparada ao método por superfície. Porém, tem como desvantagem sofrer influência climática, como umidade relativa e velocidade do vento (ANDRADE e BRITO, 2006).

As vantagens do método de irrigação por aspersão de acordo com Andrade e Brito, (2006) são:

- ✓ Alta eficiência de aplicação, uniformidade de distribuição e infiltração no solo;
- ✓ Aplicável a quase todos os tipos de solos, topografia e culturas;
- ✓ Apresenta alto grau de flexibilidade de projeto, pois possui vários modelos (sistemas);

- ✓ Permite aplicar pequenas doses com boa eficiência;
- ✓ Aplica menor volume de água que a irrigação por superfície;
- ✓ É adequado para irrigação suplementar (baixa dose), permite irrigar para causar germinação ou proteção contra geada;
- ✓ Dispensa estruturas hidráulicas para controle da água;
- ✓ Os sistemas portáteis reduzem custos porque podem ser usados em outras áreas;
- ✓ Quando acompanha uma estrutura de drenagem pode ser usado para lixiviação de sais;

Desvantagens do método de irrigação por aspersão:

- ✓ Velocidades de vento superiores a  $8 \text{ m s}^{-1}$  limitam sua utilização porque pode comprometer a uniformidade de distribuição;
- ✓ Proporciona alta umidade relativa na cultura irrigada, que pode criar condições favoráveis ao desenvolvimento de doenças;
- ✓ Difícil manejo em culturas altas;
- ✓ Grandes evaporações em regiões secas;
- ✓ Grande demanda de energia;
- ✓ Impossibilita uso de água salina.

### 3.2.3. Método de Irrigação Localizada

A irrigação localizada se caracteriza como um sistema localizado, promovendo além da economia de água, um conjunto de benefícios como o aumento da produtividade dos cultivos, economia de energia, redução na incidência de doenças e plantas espontâneas (BARRETO FILHO et al., 2000; MANTOVANI et al., 2007).

A irrigação por microaspersão é um sistema localizado, intermediário entre a aspersão convencional e o gotejamento, este sistema é indicado para o uso em diversas culturas e solos, principalmente nos solos de boa permeabilidade e plantas de grande porte e largos espaçamentos, visando à aplicação localizada da água diretamente na região do sistema radicular (GOMES, 2013).

Vantagens da irrigação localizada, de acordo com Testezlaf, (2017):

- ✓ Permite um melhor aproveitamento dos recursos hídricos;

- ✓ Não interfere na execução dos tratos culturais (capinas, por exemplo);
- ✓ Propicia aumento da produtividade, melhorando a qualidade do produto;
- ✓ Reduz o perigo de salinidade para as plantas;
- ✓ Possibilita a prática da quimigação, ou seja, aplicação de produtos químicos (fertilizantes, inseticidas, fungicidas) via água de irrigação;
- ✓ Facilita o controle fitossanitário;
- ✓ Pelo fato de operar a baixas pressões e vazões e curtos períodos de operação, reduz o requerimento de energia;
- ✓ A possibilidade da automação desses sistemas localizados que são instalados de forma permanente no campo propicia a economia de mão-de-obra;
- ✓ Adapta-se relativamente a diferentes tipos de solos e topografia.

#### Limitações:

- ✓ Apresenta elevado investimento inicial quando comparado a outros sistemas;
- ✓ Devido ao pequeno diâmetro dos emissores, pode apresentar problemas de entupimento;
- ✓ Pode ocorrer acúmulo de sais na superfície do solo, bem como no perímetro do bulbo molhado, podendo trazer prejuízos às plantas;
- ✓ Se projetado inadequadamente, a uniformidade de distribuição dos emissores pode ser afetada em áreas excessivamente declivosas;
- ✓ Exige manejo rigoroso no caso de ser empregado em solos com baixa capacidade de infiltração;
- ✓ As operações de capina nas linhas de cultivo podem ser dificultadas pela presença das tubulações na superfície do solo;
- ✓ As linhas de polietileno podem ser danificadas por roedores e formigas.

#### 3.2.4. Método de irrigação subterrânea

A irrigação de subsuperfície mais conhecida por irrigação subterrânea é caracterizada pela aplicação da água diretamente ou abaixo do sistema radicular das culturas, pelo processo de capilaridade ou de ascensão capilar da água (FERRAREZI et al., 2015). Quando o cultivo é feito em campo essa aplicação deve ser realizada no volume de solo abaixo da superfície, controlando artificialmente o bulbo molhado ou

zona de saturação e mantendo-o a uma profundidade ideal para que a água suba até as raízes da cultura por capilaridade.

Vantagens da irrigação subterrânea, de acordo com Testezlaf, (2017):

- ✓ Alta eficiência de aplicação de água, com a redução das perdas de água e nutrientes, devido a aplicações diretas na zona radicular;
- ✓ Aplicação uniforme de água;
- ✓ Baixos requerimentos de pressão e de potência;
- ✓ Redução de prejuízos por vandalismo devido o sistema estar enterrado;
- ✓ Potencial para ser automatizado;
- ✓ Facilita a mecanização da cultura e o controle de plantas infestantes.

Limitações:

- ✓ Custo inicial é elevado, principalmente com o uso de gotejamento;
- ✓ O perfil de molhamento da água não pode ser visualizado;
- ✓ É suscetível a entupimento de emissores por intrusão de raízes,
- ✓ Pode sofrer danos por roedores;
- ✓ Necessita maior controle da irrigação como uso de hidrômetros, válvulas de drenagem e anti-vácuo;
- ✓ Uso criterioso do sistema de filtragem, no caso de gotejamento;
- ✓ Pode apresentar requerimentos complexos de manutenção, como cloração, injeção de ácidos, lavagem da tubulação etc.;
- ✓ Dificuldade da visualização de problemas que necessitam de reparos e da realização de manutenção corretiva.

### **3.3. Eficiência de um Sistema de Irrigação**

A eficiência de um sistema de irrigação pode ser resumida como a relação entre a quantidade de água armazenada no sistema radicular e a quantidade total derivada da fonte (BERNARDO, 2008). Essa eficiência é um dos parâmetros para avaliar seu desempenho, sendo fundamental para sua determinação o uso do Coeficiente de Uniformidade de Christiansen – CUC (CHRISTIANSEN, 1942) e do Coeficiente de Uniformidade de Distribuição – CUD (MERRIAM E KELLER, 1978), que preveem

modelos já bastante validados na determinação da uniformidade de distribuição da água pelo sistema utilizado.

A uniformidade de irrigação é influenciada por uma série de fatores como a velocidade do vento, a umidade relativa do ar, a temperatura ambiente, a pressão de trabalho, diâmetro dos bocais, rugosidade dos orifícios, posição das plantas, presença de plantas espontâneas, altura do emissor e haste, entre outros (SILVA E SILVA, 2007; PRADO E COLOMBO, 2010; FRIGO et al., 2013).

De acordo com Mantovani (2001), a uniformidade da aplicação de água estar diretamente relacionada com o rendimento da cultura, podendo ser considerada um dos fatores mais importantes no dimensionamento e na operação de sistemas de irrigação. Por exemplo, o sistema de microaspersão é considerado bom se apresentar CUC e CUD de, no mínimo, 90% (KELLER E BLIESNER 1990).

## 4. MATERIAS E MÉTODO

### 4.1. Características da Área do Projeto e Clima da Região

O projeto foi elaborado para um experimento com a cultura de milho em uma área experimental no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), na Região de Rio Largo - AL (9°29'45"S, 35°49'54"W e altitude de 127 m), situada nos Tabuleiros Costeiros de Alagoas. O solo da região é classificado como Latossolo Amarelo Distrocoeso Argissólico, de textura média/ argilosa e declividade inferior a 2%.

A precipitação pluvial anual média é aproximadamente 1.800 mm, com o período chuvoso iniciando na primeira quinzena de abril e terminando na segunda quinzena de outubro. A temperatura média do ar é de 23,14°C, à probabilidade de 80% (SOUZA et al, 2004). A Capacidade de Campo do solo é de  $\theta_{cc} = 0,244 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ , o Ponto de Murcha Permanente de  $\theta_{pmp} = 0,148 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$  e a densidade de  $1,44 \text{ g cm}^{-3}$ .

Para Guerra (2003), o máximo valor de evapotranspiração da cultura observado para o milho é de  $6,6 \text{ mm dia}^{-1}$ , com valores de  $K_c$  na fase inicial da cultura de 0,20, no florescimento e formação das espigas de 1,63, caindo para 0,75, no final do ciclo. A área total do experimento é de  $3.040 \text{ m}^2$ , que foi dividida em 4 blocos, com 5 parcelas de  $128 \text{ m}^2$ , cujo tratamentos foram lâminas de irrigação correspondentes a 25, 50, 75, 100 e 125% da  $ET_c$ .

### 4.2. Características do Projeto

O projeto técnico foi elaborado seguindo a metodologia proposta por Bernardo *et al.* (2008); Mantovani *et al.* (2009); Libardi (2012); Azevedo Netto (2003). O gotejador foi escolhido a partir da demanda hídrica total da cultura e respeitando a quantidade de horas de operação de 9 horas diárias, para operar a noite, horário de energia mais barata.

Após a escolha da vazão do gotejador, a faixa molhada foi calculada a partir do espaçamento entre os emissores (Equação 1)

$$Se = Se' = 0,8 * W \quad (1)$$

em que:  $S_e$  é o espaçamento entre emissores (m),  $S_e'$  é o espaçamento entre emissores para ter um volume de solo molhado contínuo (m) e  $W$  é o diâmetro máximo do bulbo molhado por emissor (m).

O número de emissores por planta foi calculado pela razão entre o espaçamento entre plantas e o espaçamento entre os emissores, como segue a Equação 2. Já a Percentagem de área molhada foi calculada considerando o número de emissores por planta, área por planta, espaçamento entre emissores e a faixa molhada (Equação 3).

$$NEP = \frac{S_p}{S_e} \quad (2)$$

em que: NEP é o número de emissores por planta,  $S_p$  é espaçamento entre plantas (m) e  $S_e$  é o espaçamento entre emissores (m).

$$P_w = NEP * \left( \frac{S_e * W}{S_p * S_f} \right) * 100 \quad (3)$$

em que:  $P_w$  é a percentagem de área molhada, NEP é o número de emissores por planta,  $S_e$  é o espaçamento entre emissores (m),  $W$  é o diâmetro máximo do bulbo molhado por emissor (m)  $S_p$  é espaçamento entre plantas (m) e  $S_f$  é o espaçamento entre fileiras (m).

A disponibilidade total de água do solo, pode ser expressa em altura de lâmina de água, por profundidade do solo, e foi calculada a partir da Equação 4.

$$DTA = \left( \frac{C_c - P_m}{10} \right) d_a \quad (4)$$

em que: DTA é a disponibilidade total de água ( $\text{mm cm}^{-3}$ ),  $C_c$  é a capacidade de campo (%),  $P_m$  é o ponto de murchamento (%) e  $d_a$  é a densidade do solo ( $\text{g cm}^{-3}$ ).

A irrigação real necessária (IRN) foi calculada a partir da Equação 5, como segue:

$$IRN = DTA * f * Z * \left( \frac{P_w}{100} \right) \quad (5)$$

em que:  $DTA$  é a disponibilidade total de água ( $\text{mm cm}^{-3}$ ),  $f$  é o fator de disponibilidade de água no solo (%),  $Z$  é a profundidade efetiva do sistema radicular (m) e  $P_w$  é a percentagem de área molhada em (%).

O turno de rega (TR) adotado foi fixo, de dois dias, conforme a Equação 6. Após a determinação do TR foi calculada a irrigação total necessária (ITN), que é a relação entre a IRN e a eficiência do sistema (EU) (Equação 6).

Turno de rega

$$TR = \frac{IRN}{ET_L} \quad (6)$$

em que: TR é o turno de rega (adm), IRN é a irrigação real necessária (mm) e  $ET_L$  é a evapotranspiração localizada (mm)

Irrigação total necessária (ITN)

$$ITN = \frac{IRN}{UE * (1 - RL)} \quad (7)$$

em que: ITN é a irrigação total necessária (mm), IRN é a irrigação real necessária (mm), UE é a uniformidade de emissão (decimal) e RL é a razão de lixiviação (%).

Volume de água aplicado por irrigação

$$V_p = ITN * S_p * S_f \quad (8)$$

em que:  $V_p$  é o volume de água aplicado em cada planta por irrigação (mm), ITN é a irrigação total necessária (mm),  $S_p$  é espaçamento entre plantas (m) e  $S_f$  é o espaçamento entre fileiras (m).

Tempo de irrigação

$$T_a = \frac{V_p}{NEP * q_a} \quad (9)$$

em que:  $T_a$  é o tempo de operação por setor (min),  $V_p$  é o volume de água a ser aplicada por planta (mm), NEP é o número de emissores por planta (un) e  $q_a$  é a vazão média do emissor (mm).

Vazão do sistema

$$Q_s = 2,778 * \left( \frac{A * N_p * q_a}{N_u * S_p * S_f} \right) \quad (10)$$

em que:  $Q_s$  é a vazão do sistema ( $L s^{-1}$ ),  $A$  é a área do projeto (ha),  $N_p$  é o número de plantas (un),  $q_a$  é a vazão média do emissor (mm),  $N_u$  é o número de unidades operacionais e  $S_p$  é espaçamento entre plantas (m) e  $S_f$  é o espaçamento entre fileiras (m).

a. Dimensionamento da linha lateral

a.1. Número de emissores por lateral (NEL)

$$NEL = \frac{LL}{S_p} NEPL \quad (11)$$

em que: NEL é o número de emissores por lateral (un), LL é o comprimento da linha lateral (m),  $S_p$  é espaçamento entre plantas (m) e NEPL é o número de emissores por planta em cada linha lateral (un).

## a.2. Vazão por lateral

$$Q_l = NEL * q_a \quad (12)$$

em que:  $Q_l$  é a vazão por lateral ( $L s^{-1}$ ),  $NEL$  é o número de emissores por lateral (un) e  $q_a$  é a vazão média do emissor (mm).

## a.3. Perda de carga por lateral

$$J = 7,89 * 10^5 * Q^{1,75} * D^{4,75} \quad (13)$$

em que:  $J$  é a perda de carga por lateral ( $mca m^{-1}$ ),  $Q$  é a vazão da linha lateral ( $L s^{-1}$ ) e  $D$  é o diâmetro interno da tubulação (mm).

Devido à disposição dos gotejadores sobre a linha lateral, existirá uma perda de carga adicional localizada no ponto de inserção, calculada pela seguinte equação:

$$J' = \frac{J(S_e + L_e)}{S_e} \quad (14)$$

em que:  $J'$  é a perda de carga unitária ( $mca m^{-1}$ ),  $J$  é a perda de carga por lateral ( $mca m^{-1}$ ),  $S_e$  é o espaçamento entre emissores (m) e  $L_e$  é o comprimento equivalente à perda de carga em razão da inserção (m).

O cálculo de perda de carga em tubos de inúmeras saídas pode ser obtido usando a seguinte equação:

$$F = \frac{1}{ev+1} + \frac{1}{2 * N} + \frac{\sqrt{ev-1}}{6 * N^2} \quad (15)$$

em que:  $F$  é o fator de redução de perda de carga (adm),  $ev$  expoente da vazão na equação de perda de carga e  $N$  é o número de saídas.

$$h_{fl} = J' * F * L \quad (16)$$

em que:  $h_{fl}$  é a perda de carga ao longo de toda linha lateral (mca),  $J'$  é a perda de carga unitária (mca  $m^{-1}$ ),  $F$  é o fator de redução de perda de carga (adm) e  $L$  é o comprimento da linha lateral.

a4. Pressão no início da linha lateral

b. Dimensionamento da linha de derivação

b1. Variação da pressão permitida na linha de derivação

$$DH_d = DH_s - Dh_l \quad (17)$$

em que:  $DH_d$  é diferença de pressão permitida na linha de derivação, que satisfará a uniformidade de distribuição desejada (mca),  $DH_s$  é a diferença de pressão permitida na subunidade, para propiciar a uniformidade de distribuição desejada (mca) e  $Dh_l$  é a diferença de pressão ao longo da linha lateral.

b2. Vazão na entrada da linha de derivação

$$Q_d = 4 * Q_l * \left( \frac{L_d}{S_l} \right) \quad (18)$$

em que:  $Q_d$  é a vazão na entrada da linha de derivação ( $L s^{-1}$ ),  $Q_l$  é a vazão por lateral ( $L s^{-1}$ ),  $L_d$  é o comprimento da linha de derivação (m) e  $S_l$  é a distância entre linhas de derivação (m).

b3. Perda de carga permitida na linha de derivação

$$h_{fd} = DH_d - DNl_d \quad (19)$$

em que:  $h_{fd}$  é a perda de carga na linha de derivação (mca),  $DH_d$  é diferença de pressão permitida na linha de derivação, que satisfará a uniformidade de distribuição desejada

(mca),  $DN_d$  é a diferença de nível entre o início e o final da linha lateral, positiva para aclive e negativa para declive (m).

$$F = \frac{1}{ev+1} + \frac{1}{2*N} + \frac{\sqrt{ev-1}}{6*N^2} \quad (20)$$

em que: F é o fator de redução de perda de carga (adm) e ev é o expoente da vazão na equação de perda de carga

$$J = \frac{hf_d}{L * F} \quad (21)$$

em que: J é a perda de carga por lateral (mca  $m^{-1}$ ),  $hf_d$  é a perda de carga na linha de derivação (mca), L é o comprimento da linha lateral e F é o fator de redução de perda de carga (adm).

b4. Diâmetro da linha de derivação

$$D = \left( \frac{1}{J} * 7,89 * 10^5 * Q^{1,75} \right)^{\frac{1}{4,75}} \quad (22)$$

em que: D é o diâmetro da linha de derivação (m), J é a perda de carga por lateral (mca  $m^{-1}$ ) e Q é a vazão ( $L s^{-1}$ ).

b5. Pressão no início da linha de derivação

$$h_d = h_l + hf_d + DN_d \quad (23)$$

em que:  $h_d$  é a pressão no início da linha (mca),  $h_l$  é a pressão na entrada da linha lateral (mca),  $hf_d$  é a perda de carga na linha de derivação (mca) e  $DN_d$  é a diferença de nível entre o início e o final da linha de derivação, positivo para aclive e negativo para declive (m).

## c. Dimensionamento da linha principal

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q}{\pi * v}} \quad (24)$$

em que: D é o diâmetro da linha principal (m), Q é a vazão (L s<sup>-1</sup>) e v é a velocidade (m s<sup>-1</sup>).

## d. Conjunto motobomba

d<sub>1</sub>. Altura monométrica

$$H_m = H_d + hf_p + DN_p + hf_s + DN_s + hf_{cc} + hf_{loc} \quad (25)$$

em que: H<sub>m</sub> é a altura manométrica (mca), H<sub>d</sub> é a pressão no início da linha de derivação (mca), hf<sub>p</sub> é a perda de carga na linha principal (mca), DN<sub>p</sub> é a diferença de nível ao longo da linha principal (m), hf<sub>s</sub> é perda de carga na tubulação de sucção (mca), DN<sub>s</sub> é a altura de sucção (m), hf<sub>cc</sub> é perda de carga na tubulação de recalque (mca) e hf<sub>loc</sub> é a perda de carga localizada (mca).

d<sub>2</sub>. Potência do motor

$$pm = \frac{Q_s * H_m}{75 * E_b} \quad (26)$$

em que: pm é a potência do motor (cv), Q<sub>s</sub> é a vazão do sistema (L s<sup>-1</sup>), H<sub>m</sub> é a altura manométrica (mca) e E<sub>b</sub> é o rendimento do motor (%).

$$P_c = \frac{pm}{Rm} \quad (27)$$

em que: p<sub>c</sub> é a potência do conjunto (cv), pm é a potência do motor (cv) e Rm é o rendimento do motor (%).

d<sub>3</sub>. Escolha do conjunto motobomba

Com base os valores de vazão do sistema e altura monométrica, pode-se selecionar o conjunto motobomba ideal para o projeto.

e. Consumo de energia

$$NHOS = \frac{ET_{cs} * A}{E_m * Q_s * 3600} \quad (28)$$

em que: NHOS é o número de horas de operação do sistema (h),  $ET_{cs}$  é a evapotranspiração potencial ( $\text{mm safra}^{-1}$ ), A é a área ( $\text{m}^2$ ),  $E_m$  é a eficiência do motor (%) e  $Q_s$  é a vazão do sistema ( $\text{L s}^{-1}$ ).

$$CTE = P_c * 0,736 * NHOS \quad (29)$$

em que: CTE é o ,  $P_c$  é a potência do conjunto (cv) é e NHOS é o número de horas de operação do sistema (h)

A planta das duas versões do projeto foi confeccionada com auxílio do programa computacional AUTOCAD 2016. A base para realização dos orçamentos foi a planta base de ambas as versões de projeto, após o levantamento de peças e equipamentos utilizados em cada projeto.

Foram analisados os principais critérios do sistema solo-água-planta para realizar o dimensionamento hidráulico e econômico, os índices e variáveis técnicas foram dimensionados conforme as metodologias e equações.

Com suporte da tabela do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), foram encontrados os índices para realização do serviço e embasar o projeto executivo.

Os projetos foram compostos por planta baixa, projeto técnico, memorial descritivo e orçamento.

## 5. RESULTADO E DISCUSSÃO

### 5.1. Memorial Descritivo

Esse memorial descritivo refere-se a um projeto de irrigação a ser instalado em um experimento agrícola no setor de Agrometeorologia e Irrigação do CECA/UFAL. A área irrigada é de 38,0 m x 80,0 m totalizando 0,30 hectares. A área será dividida em 5 setores irrigado pelo método localizado, por gotejamento.

A água utilizada é oriunda de uma barragem localizada a 3,6 km do tanque de irrigação central do CECA. Desse tanque central a água é bombeada para duas caixas d'água de 10,0 m<sup>3</sup> cada (20,0 m<sup>3</sup> total), através de uma bomba de 12 cv. A estação de bombeamento do projeto em discussão ficará localizada a 5,0 m das caixas d'água.

O sistema de irrigação é composto por fitas cegas e fitas gotejadoras de polietileno com diâmetro nominal de 16 mm com emissores espaçados a cada 0,20 m, com vazão nominal de 1,2 L h<sup>-1</sup>. A tubulação principal foi constituída de Tubo DN 50 mm PN 40 e Tubo DN 32 mm PN 40 projetado para ser instalado de duas formas, conforme os desenhos das Figuras 2 e 3, respectivamente:

Desenho 1: As linhas de irrigação vão ficar localizadas todas na frente do primeiro bloco (planta baixa, Anexo 01) e a água chegará ao segundo, terceiro e quarto bloco através de fitas cegas com os respectivos comprimentos 10, 20 e 30 m e ao solo através de fita gotejadora de 10,0 m de comprimento;

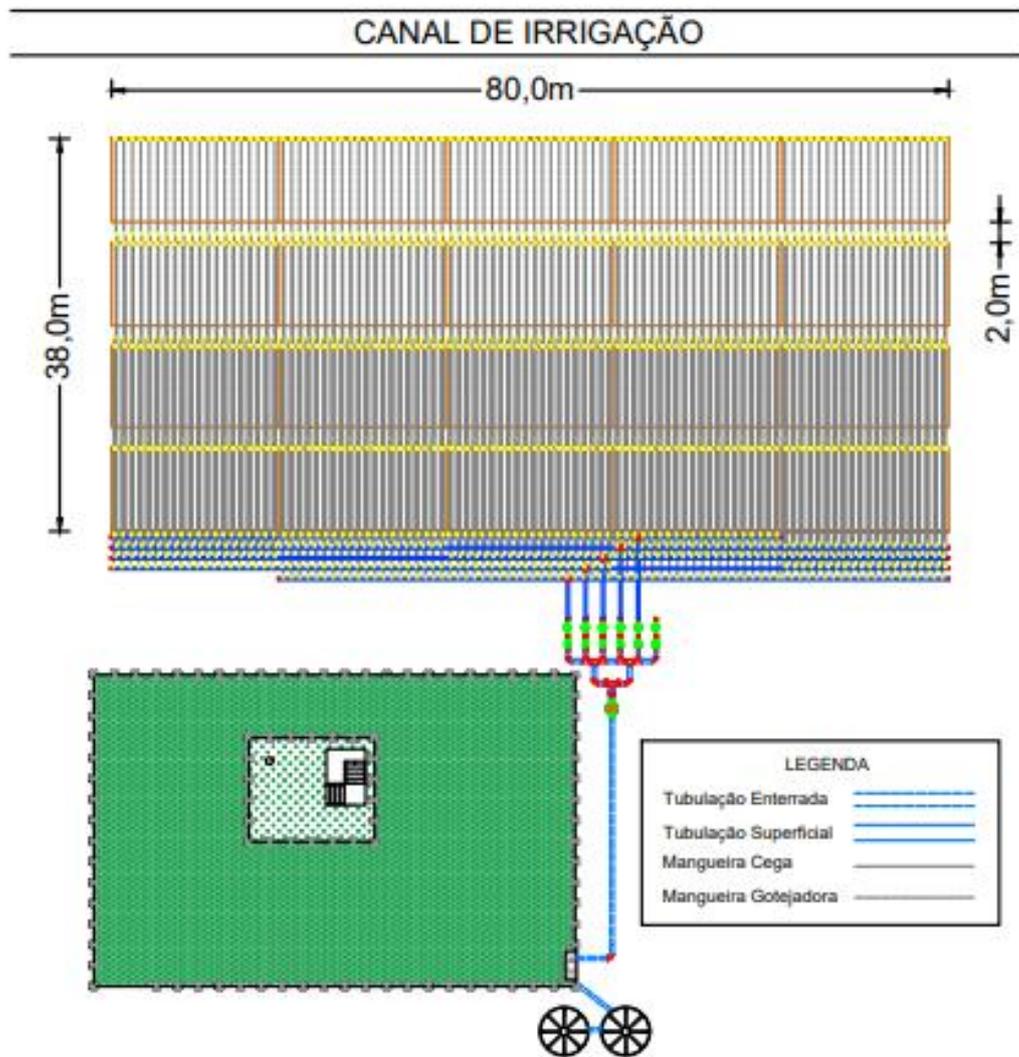
Desenho 2: Uma das duas linhas de irrigação vai ficar localizada entre o primeiro e segundo bloco, e a outra entre o terceiro e quarto bloco (planta baixa, anexo 02), as fitas gotejadoras de 10,0 m de comprimento serão conectadas diretamente nos tubos de 32,00 mm.

As características técnicas e de manejo da irrigação são apresentadas no projeto técnico.

Constam também nessa proposta técnico executivo e orçamento.

## 5.2. Desenho 1

Desenho da primeira opção para irrigar a área experimental (Figura 2).



Autor, 2020.

**Figura 2.** Primeiro desenho do arranjo para irrigação em área de pesquisa.

## 5.2.1. Projeto Técnico – Desenho 1

**Tabela 2.** Dados técnicos para dimensionamento do sistema de irrigação

ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR	UNIDADE
1	ET <sub>O</sub> (referência)	5,00	mm dia <sup>-1</sup>
2	K <sub>cmáx</sub>	1,20	mm dia <sup>-1</sup>
3	ET <sub>Cmáx</sub>	6,00	mm dia <sup>-1</sup>
4	CAD	60,00	Mm
5	AFD	24,00	Mm
6	Turno de Rega	4,00	Dias
7	Lâm. Líquida/Turno de Rega	24,00	Mm
8	Eficiência do Sistema	0,90	-
9	Lâm. Bruta/Turno de Rega	26,60	Mm
10	Área por Setor	512,00	m <sup>2</sup>
11	Nº de Setores	5,00	-
12	Nº de Emissores/Setor	3.200,00	-
13	Vazão do Emissor	1,20	L h <sup>-1</sup>
14	Vazão do Projeto	3,84	m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>
15	Pressão de Serviço	15,00	m.c.a
16	Perda de Carga	10,00	m.c.a
17	Altura Monométrica	25,00	m.c.a
<b>DIÂMETRO DAS TUBULAÇÕES</b>			
18	Tubulação Principal	50,00	Mm
19	Tubulação Secundária	32,00	Mm
<b>DADOS DO MOTOBOMA</b>			
20	Potência da Bomba	1,50	C.V.
21	Vazão (25 m.c.a)	4,22	m <sup>3</sup> h <sup>-1</sup>

Autor, 2020.

## 5.2.2. Projeto executivo – Desenho 1

Este projeto executivo trata da instalação de um sistema de irrigação localizada por gotejamento. A área irrigada é de 38,0 m x 80,0 m, equivalente a 0,30 hectares.

A instalação tem como ponto de partida a locação e abertura de valas para enterrar a tubulação principal da estação de bombeamento até o cabeçal de controle, com as seguintes medidas, 0,50 m de profundidade x 0,30m de largura e 50,0 m de comprimento (7,50 m<sup>3</sup> de escavação e posterior reaterro). A montagem das tubulações será feita por uma equipe com um encanador e servente (Tabela 3). Os tubos do tipo cola/bolsa de 50,0 mm serão enterrados. A etapa posterior é a montagem da tubulação secundária de 32,0 mm que será posicionada de maneira superficial. No bloco 1, a linha

será composta por conector inicial e final. Nos blocos 2, 3 e 4, as linhas de fita gotejadora serão fixadas por conector inicial, conector de emenda e conector final. Todas as linhas serão posicionadas acima do solo. A equipe para montagem da linha será a mesma da montagem da tubulação.

**Tabela 3.** Planilha quantitativa do projeto executivo desenho 1

ITEM	SERVIÇO	QUANT.	R\$ UN.	R\$ TOTAL
1	Locação da Linha e Escavação	1,0 (diária)	200,00	200,00
2	Escavação Manual de Valas AF_03/2016 (50cm de profundidade x 30 cm de largura x 50m de comprimento)	7,5 m <sup>3</sup>	51,54	386,55
3	Assentamento Tubo PVC Cola/Bolsa, DN 50 MM - (ou RPVC, ou PVC DEFOFO, ou PRFV) - para Água	48,0 m	1,09	52,32
4	Assentamento Tubo PVC Cola/Bolsa, DN 32 MM - (ou RPVC, ou PVC DEFOFO, ou PRFV) - para Água	408,0 m	0,98	399,84
5	Montagem da Linha de Fita Goteja de 16MM	3,0 (diária)	50,00	150,00
6	Reaterro de Vala com Compactação Manual	7,5 m <sup>3</sup>	39,09	293,17
			<b>R\$ TOTAL</b>	<b>1.463,88</b>

Autor, 2020.

**Tabela 4.** Orçamento Desenho 1

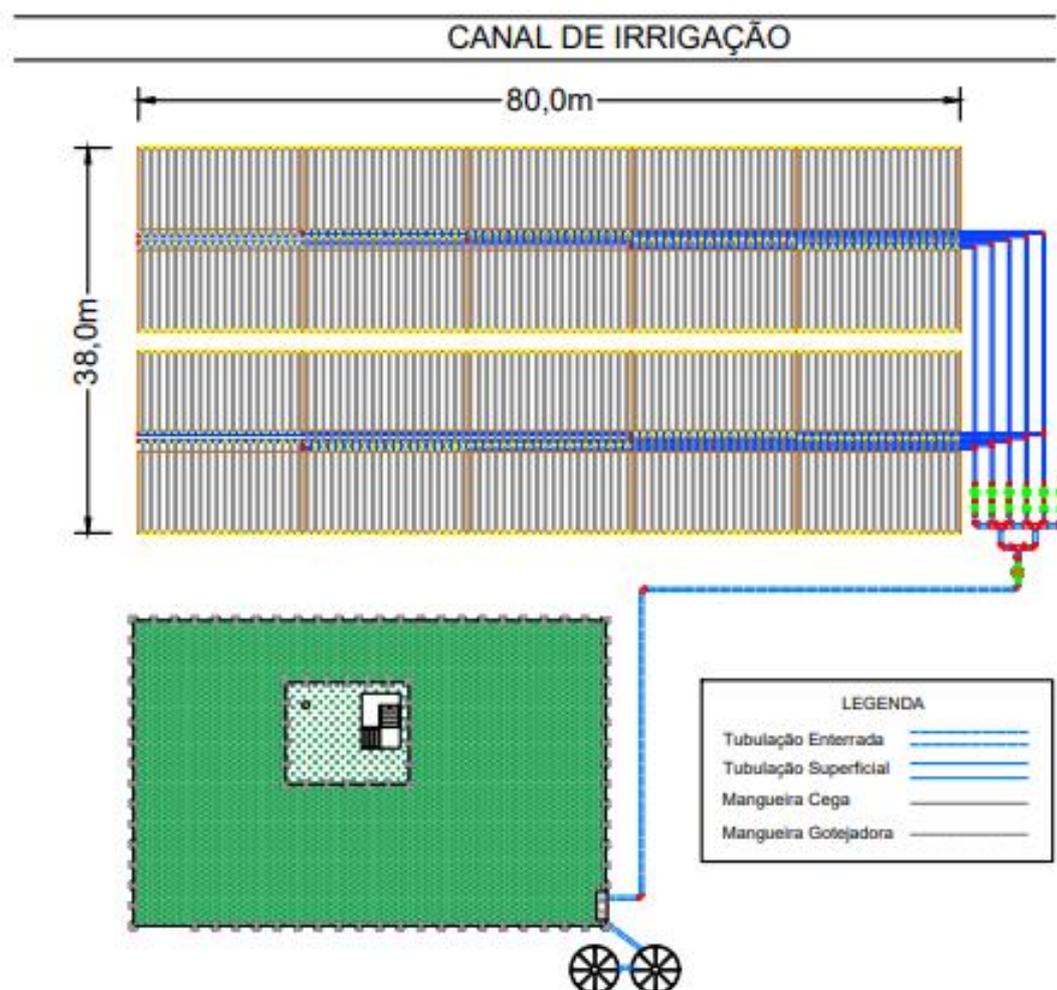
ITEM	DESCRIÇÃO	UNID.	QUANT.	R\$ UNIT.	R\$ TOTAL
<b>1</b>	<b>TUBULAÇÃO</b>				
1.1	Tubo DN 50 mm cola/bolsa PN 60	unid.	8,00	20,34	162,72
1.2	Tubo DN 32 mm cola/bolsa PN 40	unid.	68,00	10,74	730,32
1.3	Fita gotejadora	m	3.200,00	0,36	1.152,00
1.4	Mangueira cega	m	6.600,00	0,89	5.874,00
<b>SUB TOTAL</b>					<b>7.919,04</b>
<b>2</b>	<b>CONEXÕES</b>				
2.1	Joelho DN 50 mm	unid.	3,00	6,68	20,04
2.2	Luva cola/rosca DN 50 mm	unid.	2,00	2,50	5,00
2.3	Tê 50 mm	unid.	1,00	11,00	11,00
2.4	Redução 50/32 mm	unid.	4,00	4,81	19,24
2.5	Joelho DN 32 mm	unid.	2,00	2,32	4,64
2.6	Tê 50 para 32 mm	unid.	6,00	12,90	77,40
2.7	Nipel DN 32 mm	unid.	12,00	2,21	26,52
2.8	Nipel DN 32 mm Dupla Rosca	unid.	6,00	1,10	6,60
2.9	Luva Cola/Rosca DN 32 mm	unid.	12,00	1,70	20,40
2.10	Tê DN 32 mm	unid.	5,00	3,71	18,55
2.11	Tampão DN 32 mm	unid.	10,00	1,81	18,10

2.12	Conector inicial de mangueira	unid.	400,00	1,40	560,00
2.13	Conector de emenda de mangueira	unid.	300,00	1,00	300,00
2.14	Conector final de mangueira	unid.	400,00	1,40	560,00
<b>SUB TOTAL</b>					1.647,49
<b>3</b>	<b>CABEÇAL DE CONTROLE</b>				
3.1	Filtro de disco 50 mm	unid.	1,00	98,00	98,00
3.2	Eletroválvula	unid.	6,00	79,00	474,00
3.3	Hidrômetro	unid.	6,00	52,00	312,00
<b>SUB TOTAL</b>					884,00
<b>TOTAL</b>					<b>10.450,53</b>

Autor, 2020.

### 5.3. Desenho 2

Desenho da segunda opção para irrigar a área experimental (Figura 3).



Autor, 2020.

**Figura 3.** Segundo desenho do arranjo para irrigação em área de pesquisa.

## 5.3.1. Projeto executivo – Desenho 2

Este projeto executivo trata da instalação de um sistema de irrigação localizada por gotejamento, com área de 38,0 m x 80,0 m, equivalente a 0,30 hectares.

A instalação tem como ponto de partida a locação e abertura de valas para enterrar a tubulação principal da estação de bombeamento até o cabeçal de controle, com as seguintes medidas, 0,50 m de profundidade x 0,30 m de largura x 50 m de comprimento (7,50 m<sup>3</sup> de aterro). A montagem das tubulações será feita por uma equipe com um encanador e servente (Tabela 5). Os tubos do tipo cola/bolsa de 50,0mm serão enterrados. A etapa posterior é a montagem da tubulação secundária 32mm será posicionada de maneira superficial. A linha de fita gotejadora é composta por conector inicial e conector final em todos os blocos. Todas as linhas serão posicionadas acima do solo. A equipe para montagem da linha será a mesma da montagem da tubulação.

**Tabela 5.** Planilha de quantitativo do projeto executivo desenho 2

ITEM	SERVIÇO	QUANT.	R\$ UNID.	R\$ TOTAL
1	Locação do Local da Escavação	1,0 (dia)	200,00	200,00
2	Escavação Manual de Valas. AF_03/2016 (50 cm de profundidade x 30 cm de largura x 50m de comprimento)	13,5 m <sup>3</sup>	51,54	695,79
3	Assentamento Tubo PVC Cola/Bolsa, DN 50 MM - (ou RPVC, ou PVC DEFOFO, ou PRFV) - para Água	90,0 m	1,09	98,10
4	Assentamento Tubo PVC Cola/Bolsa, DN 32 MM - (ou RPVC, ou PVC DEFOFO, ou PRFV) - para Água	624,0 m	0,98	611,52
5	Montagem da linha de fita gotejadoras de 16 mm	3,0 (dia)	50,00	150,00
6	Reaterro de Vala com Compactação Manual	13,5 m <sup>3</sup>	39,09	527,71
			<b>R\$ TOTAL</b>	<b>2.283,12</b>

Autor, 2020.

**Tabela 6.** Orçamento Desenho 2

<b>ITEM</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>			<b>R\$</b>	<b>R\$</b>
<b>1</b>	<b>TUBULAÇÃO</b>	<b>UNID.</b>	<b>QUANT.</b>	<b>UNIT.</b>	<b>TOTAL</b>
1.1	Tubo DN 50 mm cola/bolsa PN 60	unid.	15,00	20,34	305,10
1.2	Tubo DN 32 mm cola/bolsa PN 40	unid.	104,00	10,74	1.116,96
1.3	Fita gotejadora	m	3.800,00	0,36	1.368,00
<b>SUB TOTAL</b>					2.790,06
<b>2</b>	<b>CONEXÕES</b>				
2.1	Joelho DN 50 mm	unid.	5,00	6,68	33,40
2.2	Luva cola/rosca DN 50 mm	unid.	2,00	2,50	5,00
2.3	Tê 50 mm	unid.	1,00	11,00	11,00
2.4	Redução 50/32 mm	unid.	4,00	4,81	19,24
2.5	Joelho DN 32 mm	unid.	7,00	2,32	16,24
2.6	Tê 50 para 32 mm	unid.	6,00	12,90	77,40
2.7	Nipel DN 32 mm	unid.	12,00	2,21	26,52
2.8	Nipel DN 32 mm Dupla Rosca	unid.	6,00	1,10	6,60
2.9	Luva Cola/Rosca DN 32 mm	unid.	6,00	1,70	10,20
2.10	Tê DN 32 mm	unid.	5,00	3,71	18,55
2.11	Tampão DN 32 mm	unid.	10,00	1,81	18,10
2.12	Conector inicial de mangueira	unid.	400,00	1,40	560,00
2.13	Conector final de mangueira	unid.	400,00	1,40	560,00
<b>SUB TOTAL</b>					1.362,25
<b>3</b>	<b>CABEÇAL DE CONTROLE</b>				
3.1	Filtro de disco 50 mm	unid.	1,00	98,00	98,00
3.2	Eletroválvula	unid.	6,00	79,00	474,00
3.3	Hidrômetro	unid.	6,00	52,00	312,00
<b>SUB TOTAL</b>					884,00
<b>TOTAL</b>					<b>5.036,31</b>

Autor, 2020.

## **6. CONCLUSÃO**

O desenho 02 do projeto foi aproximadamente 50% a mais barato do que o desenho 01 e resulta numa economia de R\$ 5.414,02;

É notório que a realização de planejamento, orçamento e análise de mais de um desenho antes de instalar qualquer sistema de irrigação proporciona economia e melhora a dinâmica ou manejo dos projetos.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, C. L. T; BRITO, R. A. L. Métodos de irrigação e quimigação. Embrapa milho e sorgo, Circular técnica, versão eletrônica, 2 ed., p. 1-17, 2006. Disponível em: <http://ww.cnpms.embrapa.br>. Acesso em: 13 Jun. 2020.

AZEVEDO NETTO. et al. Manual de Hidráulica. 8. Ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2003. 669 p.

BARRETO FILHO, A.A.; DANTAS NETO, J.; MATOS, J.A.; GOMES, E.M. Desempenho de um sistema de irrigação por microaspersão, instalado a nível de campo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.4, n.3, p. 309-14, 2000.

BARROS G., E RENNÓ N, PIB do agronegócio cresce 3,81% em 2019. Disponível em: [https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea\\_PIB\\_CNA\\_2019\(1\).pdf](https://www.cepea.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/Cepea_PIB_CNA_2019(1).pdf). Acessado em: 01 de fevereiro de 2020.

BERNARDO, S. Impacto ambiental da irrigação no Brasil. In: SILVA, D. D. da; PRUSKI, F. F. Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura. Brasília, 1997.

BERNARDO, S. Manual de Irrigação. 1989. Editora Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1989.

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. 8. Ed. Viçosa: UFV, 596 p, 2008.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Lei n. 9.433: Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília: Secretaria de Recursos Hídricos, 1997. 72p.

CHRISTIANSEN, J. E. Irrigation by sprinkling. Berkeley, University of California: Agricultural Experiment Station, 124p. (Bulletin, 670), 1942.

CHRISTOFIDIS, D. Irrigação, a fronteira hídrica na produção de alimentos. Irrigação e Tecnologia Moderna, Brasília: ABID, n.54, p. 46-55, 2002.

COELHO, F. E.; COELHO FILHO, M. A.; OLIVEIRA, S. L. de. Agricultura irrigada: eficiência de irrigação e de uso de água. Revista Bahia Agrícola. Cruz das almas, v.7, n.1, set. 2005.

COELHO, S. A. Avaliação da eficiência de irrigação em nível de parcela no Projeto de Irrigação do Estreito. Bahia. Viçosa: Imprensa Universitária, 110p, 1986.

CUENCA, H. R. Irrigation system design: an engineering approach. New Jersey: Prentice Hall, 552p, 1989.

DERMITAS, C.; AYAS, S. Deficit irrigation effects on pepper (*Capsicum annuum* L. Demre) yield in unheated greenhouse condition. Journal of Food, Agricultural and Environment. Helsinki, v. 7, n. 3-4, p. 989-1003, 2009.

FERRAREZI, R. S.; WEAVER, G. M.; VAN IERSEL, M. W.; TESTEZLAF, R. Subirrigation: Historical overview, challenges, and future prospects. Hort Technology, v.25, n.3, p.262-276, 2015.

FRIGO, J. P.; VILAS BOAS, M. A.; FRIGO, E. P.; HERMES, E.; TESSARO, E. Irrigação diurna e noturna em um sistema de aspersão convencional em Palotina - PR. Irriga, v. 18, n. 2, p. 318-327, 2013.

GOMES, H.P.; Sistemas de Irrigação: Eficiência Energética. João Pessoa, PB: Editora da UFPB, p. 101-104, 2013.

GUERRA, A. F.; RODRIGUES, G. C.; ROCHA O. C.; EVANGELISTA, W. Necessidade hídrica no cultivo de feijão, trigo, milho, e arroz sob irrigação no bioma cerrado. Planaltina, DF. EMBRAPA-CNPS, 15p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 100), 2003.

KELLER, J., Bliesner, R. D., Sprinkle and Trickle Irrigation, Chapman & Hall, 652p, 1990.

KELLER, J.; BLIESNER, R.D. Sprinkle and trickle irrigation. New York: van Nostrand Reinhold, 652p, 1990.

LIBARDI, P.L. Dinâmica da Água no Solo, 2º ed. Edit. Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 2012.

LIMA M. A. E ALVES B. J. R. Vulnerabilidades, impactos e adaptação à mudança do clima no setor agropecuário e solos agrícolas. Parcerias Estratégicas Brasília, DF N.27 dezembro 2008.

LIMA, P. C. R. O biodiesel e a inclusão social. Consultorias Legislativa, 2004, p.33.

LUNA, N. R. S.; ANDRADE, E. M.; CRISÓSTOMO, L. A.; MEIRELES, A. C. M.; AQUINO, D. N. Dinâmica do nitrato e cloreto no solo e a qualidade das águas subterrâneas do distrito de irrigação Baixo Acaraú, CE. Revista Agroambiente On-line, v.7, n.1, p.3-62, 2013.

MANTOVANI, E. C. AVALIA: Programa de Avaliação da Irrigação por Aspersão e Localizada. Viçosa, MG: UFV, 2001.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. Irrigação princípios e métodos. 2. ed., atual. E ampl. - Viçosa: Ed. UFV. p. 226 -358, 2007.

MANTOVANI, E.C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L.F. Manual de Irrigação: princípios e métodos. 3. ed., atual. e ampl. Viçosa, MG: UFV. 355 p, 2009.

MERRIAM, J. L., KELLER, J. Farm irrigation system evaluation: a guide for management. Logan: Utah State University, 271 p, 1978.

NETTO, A. Dinâmica da Água no Solo, 2º ed. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo- SP, 2012.

PAZ, V. P. da S.; FRIZZONE, J. A., BOTREL, T. A., FOLEGATTI, M. V. Otimização do uso da água em sistemas de irrigação por aspersão. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.6, n.3, set./dez. 2002.

PRADO, J.; COLOMBO, A. Distribuição espacial da água aplicada por equipamento autopropelido de irrigação – Parte 1: Modelagem com o simulasoft Irriga, Botucatu - SP, v. 15, n. 1, p. 15-62, janeiro – março, 2010.

SANTOS D., Vantagens e desvantagens dos principais tipos de irrigação. Disponível em: <https://agrosmart.com.br/blog/vantagens-tipos-de-irrigacao/> acessado em 05 de janeiro de 2020.

SCOLARI D. G., “Produção agrícola mundial: o potencial do Brasil”. Embrapa, 2007.

SHIKLOMANOV, I. A. World water resources: a new appraisal and assessment for the 21st century. Paris: UNESCO, 76 p, 1998.

SILVA, C. A.; SILVA, C. J.; Avaliação De Uniformidade Em Sistemas De Irrigação Localizada. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, Botucatu, v. 4, n. 8, p. 1-17, 2007.

STERN, N. The economics of climate change: the Stern review. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

TAMAGI, J. T.; URIBE-OPAZO, M. A.; JOHANN, J. A.; VILAS BOAS, M. A. UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA DE IRRIGAÇÃO POR ASPERSORES COMPENSANTES E NÃO COMPENSANTES EM DIFERENTES ALTURAS. *Irriga*, Botucatu, v. 21, n. 4, p. 631-647, outubro-dezembro, 2016.

TESTEZLAF, R. Irrigação: Métodos, sistemas e aplicações, 2011.

TRENTIN, C. V. Diagnóstico voltado ao planejamento do uso de águas residuárias para irrigação, nos cinturões verdes da região metropolitana de Curitiba-PR. 112 f. Dissertação (Mestrado– Universidade Federal do Paraná), Curitiba, 2005.

WALKER, W. R., SKOGERBOE, G. V. Surface irrigation: theory and practice. New Jersey: Prentice-Hall, 386p, 1987.