

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

Engenharia Agrícola e Ambiental

**APLICATIVO PARA DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO  
LOCALIZADA**

Guilherme Torres Viana

**Montes Claros – MG**  
**2024**

Guilherme Torres Viana

**APLICATIVO PARA DIMENSIONAMENTO DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO  
LOCALIZADA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para o grau de Bacharel em Engenharia Agrícola e Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Gonçalves Oliveira

Montes Claros  
2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ICA - COLEGIADO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA AMBIENTAL

### ATA DE DEFESA DE MONOGRAFIA/TCC

Aos quinze dias do mês de agosto de 2024, às 14h00min, o/a estudante Guilherme Torres Viana, matrícula 2019022022, defendeu o Trabalho intitulado “Aplicativo para dimensionamento de sistemas de irrigação localizada” tendo obtido a média (94,67) .

Participaram da banca examinadora os abaixo indicados, que, por nada mais terem a declarar; assinam eletronicamente a presente ata.

**Nota:** 100,0 (cem)

**Orientador(a):** Flávio Gonçalves Oliveira

**Nota:** 90,0 (noventa)

**Examinador(a):** Rodolpho Cesar dos Reis Tinini

**Nota:** 94,0 (noventa e quatro)

**Examinador(a):** Flávio Pimenta de Figueiredo



Documento assinado eletronicamente por **Flavio Goncalves Oliveira, Professor Ensino Básico Técnico Tecnológico**, em 15/08/2024, às 16:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rodolpho Cesar dos Reis Tinini, Coordenador(a) de curso**, em 15/08/2024, às 17:24, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Flavio Pimenta de Figueiredo, Professor do Magistério Superior**, em 21/08/2024, às 13:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **3450891** e o código CRC **4A273C45**.

### INSTRUÇÕES

Este documento deve ser editado apenas pelo Orientador e deve ser assinado eletronicamente por todos os membros da banca.



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por me manter forte e saudável, permitindo-me enfrentar todos os momentos passados durante esses anos de graduação, superar todos os obstáculos e por todas as conquistas e objetivos alcançados. Conforme dito em 2 Coríntios 3:5, “Não que sejamos capazes, por nós, de pensar alguma coisa, como de nós mesmos; mas a nossa capacidade vem de Deus”.

Aos meus familiares, por todo apoio e incentivo, especialmente minha mãe, Simone, meus irmãos, Jéssica e Eduardo, meu pai, Manoel Carlos e minha namorada, Giovanna, por serem o meu alicerce e estarem próximos nos momentos mais difíceis da minha vida.

Aos meus amigos de graduação, Jean, Ramon, Jackson, Tereza, Bruna e Carol, por todos os momentos vividos durante esse tempo, com muita alegria, apoio, momentos de descontração e de angústia, e por termos fortalecido muito os nossos laços nesse período.

A todos os docentes que fizeram parte da minha formação acadêmica, profissional e pessoal, especialmente os professores Edson, Rodolpho e, principalmente, meu orientador Flávio, por todo o empenho em formar pessoas capacitadas para o mercado de trabalho e fazer com que eu fique apaixonado pela área que estou seguindo e pretendo continuar, a irrigação.

*"Para melhorar a qualidade de vida, melhore a  
qualidade de seus pensamentos."*

(Brian Tracy)

## RESUMO

Os sistemas de irrigação são considerados soluções técnicas para atender às necessidades hídricas dos cultivos ao redor do mundo. Quando realizados de forma racional e sustentável, esses sistemas podem aumentar a produtividade agrícola. Contudo, o mau dimensionamento dos sistemas de irrigação pode causar problemas aos produtores e ao meio ambiente, como excesso ou escassez de água para as culturas, aumento nos custos, risco de degradação do solo, entre outros. Com os avanços tecnológicos ao longo dos anos, muitos desses problemas vêm sendo evitados e resolvidos, aumentando a eficiência do uso da água por meio de um manejo adequado e estratégico, além do dimensionamento de sistemas de irrigação mais precisos. Buscando essa precisão, o presente trabalho aborda o desenvolvimento de um aplicativo para *smartphones* denominado *Water Point*, que possibilita dimensionar sistemas de irrigação localizada (microaspersão e gotejamento) a partir de equações matemáticas conhecidas e algoritmos. O aplicativo calcula a quantidade de água a ser aplicada e os parâmetros hidráulicos para a aplicação eficiente da irrigação em uma área determinada, considerando fatores climáticos, culturais e topográficos. Com a inserção de alguns dados pelo usuário, o aplicativo mostrou-se eficaz, de fácil compreensão e prático, podendo ser utilizado de forma *offline* e em qualquer local, desde que esteja instalado no *smartphone*.

**Palavras-chave:** irrigação; microaspersão; gotejamento; agricultura; tecnologia.

## ABSTRACT

Irrigation systems are considered technical solutions to meet the water needs of crops worldwide. When implemented rationally and sustainably, these systems can increase agricultural productivity. However, improper sizing of irrigation systems can cause problems for both producers and the environment, such as excessive or insufficient water for crops, increased costs, and soil degradation. Technological advancements over the years have addressed and resolved many of these issues, enhancing water use efficiency through proper and strategic management, as well as more precise irrigation system sizing. In pursuit of this precision, this study presents the development of a smartphone application called Water Point, which enables the sizing of localized irrigation systems (micro-sprinkling and drip irrigation) using well-known mathematical equations and algorithms. The application calculates the amount of water to be applied and the hydraulic parameters for efficient irrigation in a specified area, taking into account climatic, cultural, and topographical factors. With the input of user data, the application proved to be effective, user-friendly, and practical, functioning offline and in any location as long as it is installed on the smartphone.

**Key words:** irrigation; micro-sprinkling; drip irrigation; agriculture; technology.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxograma de execução do aplicativo	14
Figura 2 – Tela inicial	16
Figura 3 – Dados de entrada para o dimensionamento	17
Figura 4 – Cálculo da necessidade hídrica e seleção do sistema de irrigação	18
Figura 5 – Dimensionamento hidráulico do projeto	19
Figura 6 – Dimensionamento da linha lateral e de distribuição	20
Figura 7 – Altura manométrica total e seleção do conjunto motobomba	21

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Equações para o dimensionamento do sistema de irrigação localizada	9
Tabela 2 – Dados culturais do projeto	22
Tabela 3 – Dados técnicos (necessidade hídrica e emissor escolhido)	23
Tabela 4 – Dimensionamento hidráulico da sucção, adutora e linha principal	24
Tabela 5 – Dimensionamento hidráulico da linha lateral e de distribuição	26
Tabela 6 – Determinação da altura manométrica total	27
Tabela 7 – Seleção do conjunto motobomba	28

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico

ETc – Evapotranspiração da cultura

Etil – Evapotranspiração para irrigação localizada

FAO – *Food and Agriculture Organization*

IDE – *Integrated Development Environment*

iOS – *iPhone Operating System*

LEPA – *Low Energy Precision Application*

UFV – Universidade Federal de Viçosa

UNESCO – *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>3</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
2.1 Objetivo geral.....	4
2.2 Objetivos específicos.....	4
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>4</b>
3.1 A importância da agricultura irrigada.....	4
3.2 Métodos de irrigação.....	5
3.3 Componentes e vantagens do sistema de irrigação localizada.....	6
3.4 Programação de aplicativos para dispositivos portáteis.....	7
3.5 Linguagem de programação <i>Kotlin</i> .....	8
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>8</b>
4.1 Apresentação das equações.....	9
4.2 Apresentação dos dados de entrada e saída (Fluxograma).....	12
4.3 Teste do aplicativo.....	15
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>29</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>30</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A irrigação é uma técnica que tem como objetivo atender as necessidades hídricas de determinadas culturas de forma racional e sustentável, para que estas possam ter uma boa produtividade (Braga; Calgato, 2010). No Brasil, a irrigação vem crescendo exponencialmente ao longo dos anos, principalmente em regiões que possuem longos períodos de seca, onde é necessário utilizar essa técnica para garantir uma boa safra.

Com a utilização da irrigação, o desenvolvimento econômico da região pode ser impulsionado, fornecendo empregos para trabalhadores rurais em áreas que de outra forma seriam menos produtivas. No entanto, para alcançar bons resultados, a irrigação deve ser aplicada de forma racional, sustentável e eficiente, evitando desperdícios. Segundo Bernardo (1997), ao otimizar o uso da água na irrigação, racionalmente, diversos benefícios podem ser alcançados, resultando em maior eficiência e produtividade agrícola através de uma melhor combinação dos insumos utilizados.

Com os avanços tecnológicos ao longo dos anos, a eficiência nos sistemas de irrigação teve um aumento significativo, auxiliando no monitoramento do consumo de água e na determinação do melhor momento para irrigar. A tecnologia também é fundamental para o dimensionamento dos sistemas de irrigação, levando em consideração as necessidades de cada cultura, solo e região, permitindo um dimensionamento correto do projeto. A cada dia, a tecnologia está mais presente na agricultura, auxiliando nas tomadas de decisão, na automação de sistemas e na coleta, armazenamento e obtenção de informações climáticas, sensoriais e meteorológicas, minimizando o impacto ambiental da agricultura (Barraviera; Canteri, 2008).

Nesse contexto, devido à ausência de ferramentas de *software* abrangentes e à necessidade em agilizar as tomadas de decisões considerando as particularidades do dimensionamento dos sistemas de irrigação, surge a demanda pela criação de *softwares* capazes de facilitar o processo de dimensionamento de projetos de irrigação por meio das ferramentas computacionais (Oliveira; Oliveira; Figueiredo, 2017).

Dessa forma, ao unir a tecnologia com equações matemáticas conhecidas, foi desenvolvido um aplicativo que agiliza e proporciona aos usuários uma maneira simples e acessível de dimensionar um projeto de irrigação localizada, facilitando o trabalho do projetista e reduzindo o tempo necessário para dimensionar tais sistemas.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Desenvolver um aplicativo que possa ser utilizado para dimensionar projetos de irrigação localizada.

### 2.2 Objetivos específicos

- a). Levantar os cálculos necessários para se dimensionar um projeto de irrigação localizada;
- b). Definir qual o melhor *layout* para o aplicativo;
- c). Testar o aplicativo, verificando se as suas funcionalidades estão corretas.

## 3 REFERENCIAL TEÓRICO

### 3.1 A importância da agricultura irrigada

A utilização da irrigação na agricultura tem fundamental importância no fornecimento de alimentos em quantidade e qualidade suficiente para a população, garantindo assim, a segurança nutricional e alimentar (FAO, 2020).

De acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2021), no ano de 2017 o Brasil possuía cerca de 6,7 milhões de hectares irrigados, com a região sudeste possuindo a maior percentagem de área irrigada no país, correspondendo a 39,8% da área irrigada, seguida pelas regiões, sul, com 25%, nordeste, 18,8%, centro-oeste, 10,9%, e norte, com 5,6%.

A importância dos sistemas de irrigação tem relação direta com a interação entre plantas, água, clima e solo. Para se projetar sistemas eficientes, é fundamental compreender a relação entre esses elementos, objetivando uma maior produtividade e qualidade dos produtos cultivados (Bispo *et al.*, 2017 *apud* Silva; Neves, 2020). Utilizando a irrigação de maneira sustentável e com o auxílio dos avanços tecnológicos, pode ser feita a maximização da produtividade agrícola, reduzindo os custos para a produção, além de impulsionar uma crescente econômica e sustentável no país.

### 3.2 Métodos de irrigação

No Brasil, a implementação da irrigação é incitada por uma variedade de fatores, como o tipo do solo, clima, as culturas cultivadas e aspectos socioeconômicos. Não existe um sistema de irrigação que seja perfeito e que possa atender plenamente todas essas condições e interesses. Desse modo, é imprescindível selecionar o sistema de irrigação mais apropriado para cada situação específica, a fim de alcançar os objetivos almejados. O processo de seleção demanda uma análise minuciosa das condições apresentadas, levando em consideração a cultura, as características do solo e topografia, em função das exigências de cada sistema de irrigação, possibilitando identificar as melhores alternativas (Andrade; Brito, 2006).

A irrigação por superfície, também conhecida como irrigação por gravidade, é um dos métodos mais antigos de irrigação, sendo usada até os dias atuais. Nesse método, a água flui sobre o solo, cobrindo-o parcial ou totalmente, aproveitando a força da gravidade, permitindo a infiltração da água no solo durante o processo de movimentação e após o seu represamento. Mesmo que haja uma variedade de sistemas de irrigação por superfície, pode-se dividi-los em irrigação por inundação e irrigação por sulcos (Testezlaf, 2017).

A irrigação por aspersão é um método que simula a chuva da melhor maneira, com aplicação da água sobre a planta e a superfície do solo sendo feita em forma de gotas. A água é bombeada a partir de seu curso, reservatórios etc., sendo distribuída por uma rede de canalizações para ser pulverizada no ar na forma de pequenas gotas (Testezlaf, 2017). Segundo Andrade e Brito (2006), os sistemas de irrigação por aspersão mais utilizados são: aspersão convencional, autopropelido, pivô central, deslocamento linear e LEPA (*low energy precision application* – aplicação de baixa precisão de energia).

No sistema de irrigação localizada, a aplicação da água é direcionada para a área específica do solo onde se encontra o sistema radicular da cultura. Nesse método, utilizam-se tubulações para conduzir água em baixa pressão, fornecendo-a à região próximo à base da planta por meio de emissores específicos, com o objetivo de manter a umidade do solo próxima à sua capacidade máxima, garantindo que a irrigação seja altamente eficiente. A irrigação localizada pode ser dividida em: irrigação por gotejamento e irrigação por microaspersão (Biscaro, 2014).

A irrigação de subsuperfície é um método utilizado para fornecer água e nutrientes às plantas diretamente ou abaixo do sistema radicular da cultura, aproveitando a capilaridade. Esse método oferece vantagens como economia de nutrientes e água, devido à baixa ou nenhuma

perda de água por percolação, além de reduzir custos com mão de obra, que representa a maior despesa para muitos produtores (Ferrarezi *et al.*, 2015).

### **3.3 Componentes e vantagens do sistema de irrigação localizada**

Segundo Biscaro (2014), o sistema de irrigação localizada pode ser dividido em irrigação por gotejamento e irrigação por microaspersão. No método de irrigação por microaspersão, os emissores lançam pequenos jatos de água no ar, que percorrem uma curta distância antes de atingir o solo. Esse sistema tem se expandido constantemente, principalmente com aplicações nas culturas de citros, mangueiras, bananeiras, videiras e diferentes árvores frutíferas (Testezlaf, 2017).

Dentre as variedades de microaspersores, existem os que são equipados com rotores, conhecidos como “asas giratórias” ou “bailarinas”, no qual possibilitam um maior alcance do jato de água, porém há outros que utilizam difusores, atingindo um menor alcance. Normalmente, os sistemas de microaspersão exigem a utilização de filtros, do tipo tela ou disco, para a prevenção de entupimento dos emissores. Em microaspersores equipados com rotores, também pode-se empregar anteparos, que direcionam a água para uma área próxima ao emissor, quando as plantas estão em desenvolvimento (Conceição, 2004).

O sistema de microaspersão possui inúmeras vantagens quando comparado a outros sistemas de irrigação. Esse método oferece maior eficiência na utilização da água, por não molhar toda a superfície do solo, aplicando água somente próximo a base da planta, sendo um sistema que requer baixa pressão de serviço, além de adaptar-se a uma grande variedade de solos e características topográficas (Silva; Silva, 2005).

A irrigação por gotejamento é um método altamente reconhecido, e oferece uma série de vantagens, economizando energia e água, com capacidade para automação e fertirrigação para as áreas com cultivo, sendo características extremamente relevantes para a agricultura no Brasil, viabilizando a irrigação de diversas culturas, destacando-se as frutíferas e olerícolas (Ribeiro *et al.*, 2010 *apud* Dantas Junior, 2023).

O sistema de gotejamento utiliza tubulações para o transporte de água até os emissores, distribuindo-a em alta frequência e baixa intensidade. Esse sistema demonstra um uso eficaz da água, garantindo aproximadamente 90% de eficiência (Brito; Fonseca; Santos, 2016). A distribuição de água pela irrigação por gotejamento pode ser impactada pela variação de pressão na tubulação, decorrente do entupimento dos emissores, sendo fundamental realizar inspeções

periódicas nos sistemas, a fim de reduzir as perdas de água, energia elétrica e fertilizantes (Dantas Junior, 2023).

### 3.4 Programação de aplicativos para dispositivos portáteis

O aumento do uso dos dispositivos móveis e seus aplicativos é uma tendência mundial. Os dispositivos móveis abrangem inúmeras tecnologias portáteis e conectadas, como telefones celulares básicos, leitores eletrônicos, *smartphones*, *notebooks* e *tablets*, bem como tecnologias integradas, como leitores de *smartcard*. Eles são capazes de integrar recursos de voz, internet, aplicativos, pesquisas e redes sociais em uma única plataforma (UNESCO, 2014 *apud* Vasconcelos *et al.*, 2021).

Para que os agricultores se fortaleçam na cadeia do agronegócio, é necessário adotar estratégias de gestão em suas propriedades e implementar tecnologias da informação. Nesse contexto, uma das soluções utilizadas para impulsionar a modernização e aumentar a produtividade das fazendas é o uso de *softwares* computacionais (Moraes *et al.*, 2009). Assim, a necessidade de aplicativos móveis na agricultura apresenta desafios mais complexos para os programadores, tendo que criar sistemas que possam ser utilizados por pessoas que possuam baixo nível de alfabetização (Agrawal; Atray; Sattiraju, 2013).

O *Android* é um sistema operacional que tem como base o *Linux*, caracterizado por ser de código aberto, combinando aplicativos de código aberto e fechado. Atualmente, a empresa *Google* está encarregada de desenvolver o *Android* (Silvestre, 2015).

O *Android Studio* é uma plataforma de desenvolvimento integrado, voltada para a criação de aplicativos para o sistema operacional *Android*. Desenvolvida pela *Google*, o *Android Studio* possui uma estrutura sólida, oferecendo uma variedade de recursos avançados, além de possibilitar a simulação da aplicação que está em desenvolvimento em um ambiente virtual (Kuhn, 2018). A plataforma *Android Studio* oferece diversas ferramentas, incluindo editor visual de *layout*, emulador de dispositivos *Android*, e um editor de código inteligente (Marques Filho, 2018).

Os aplicativos desenvolvidos para *Android* são encontrados na *Play Store*, loja online mantida pela *Google*, onde os usuários podem realizar o *download* de aplicativos gratuitos ou pagos. Além disso, os aplicativos também podem ser disponibilizados nos sites das empresas ou pessoas responsáveis pelo seu desenvolvimento (Silvestre, 2015).

### 3.5 Linguagem de programação *Kotlin*

O conceito de linguagem de programação se dá ao conjunto de diretrizes estabelecidas empregadas para transmitir instruções de um programa a um computador programável, seguindo um conjunto de sintaxe, que determina a estrutura e o formato das instruções, e semântica, que aborda o significado e a interpretação dessas instruções dentro de um programa (Gotardo, 2015).

A linguagem de programação *Kotlin* foi desenvolvida pela *JetBrains*, a mesma empresa criadora da plataforma *Android Studio*, sendo ela uma linguagem de código aberta e gratuita, tendo como principal objetivo reduzir a quantidade de códigos para realizar determinadas tarefas, e simplificar o processo de programação em *Java* (Vasconcelos *et al.*, 2021).

Ao longo dos anos, a linguagem de programação *Kotlin* tem passado por constante aprimoramento, sendo uma opção viável para o desenvolvimento de aplicativos *Android*. Isso vem resultando em seu crescente uso como padrão de desenvolvimento por grandes empresas na criação de aplicativos para o sistema operacional *Android* (Silva Filho, 2017).

## 4 METODOLOGIA

O aplicativo *Water Point* foi desenvolvido no Ambiente de Desenvolvimento Integrado (IDE) do *Android Studio*, versão *Hedgehog* | 2023.1.1, sendo disponibilizado somente para sistemas operacionais *Android*, porém com a possibilidade de ser traduzido para iOS.

As equações utilizadas no aplicativo para o dimensionamento dos projetos foram retiradas do livro “Irrigação: princípios e métodos”, 3ª edição, publicada pela editora UFV. O *layout* do aplicativo foi desenvolvido para que todos os cálculos fossem seguidos passo a passo, de maneira clara e objetiva.

Após o desenvolvimento do aplicativo, ele foi submetido a testes para verificar se os resultados obtidos nos cálculos são exatos, comparando-os com projetos dimensionados em planilhas Excel, para ter a certeza de que o *Water Point* possa ser utilizado sem que haja erros computacionais no dimensionamento.

#### 4.1 Apresentação das equações

Para o dimensionamento do sistema de irrigação localizada, considera-se que se tenham informações fundamentais, como:

- Quantidade de água disponível e as suas propriedades físicas e químicas;
- A planta topográfica detalhada da área a ser irrigada, com as curvas de nível necessárias;
- Disponibilidade de energia;
- Conhecimento das propriedades físicas e hídricas do solo;
- Escolha da cultura específica que será irrigada.

Na tabela 1, encontram-se as equações utilizadas para o dimensionamento do sistema de irrigação localizada, com os cálculos baseados em Mantovani, Bernardo e Palaretti (2009).

Para as perdas de carga nas tubulações, serão empregadas as equações de Hazen-Williams (1963) e Blasius (1911).

**Tabela 1.** Equações para o dimensionamento do sistema de irrigação localizada.

EQUAÇÃO	DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS
$ET_c = ET_o \times K_c$	ET <sub>c</sub> = evapotranspiração da cultura (mm/dia); ET <sub>o</sub> = evapotranspiração de referência (mm/dia); K <sub>c</sub> = coeficiente da cultura (adimensional).
$ET_{il} = ET_c \times FC$	ET <sub>il</sub> = evapotranspiração para irrigação localizada (mm/dia); ET <sub>c</sub> = evapotranspiração da cultura (mm/dia); FC = fator de cobertura (adimensional).
$FC = 1,34 \times A$	FC = fator de cobertura (adimensional) – Aljibury <i>et al.</i> (1974); A = porcentagem de área sombreada (adimensional).
$FC = 0,1 + A$	FC = fator de cobertura (adimensional) – Decroix (1971); A = porcentagem de área sombreada (adimensional).
$FC = A + 0,5 \times (1 - A)$	FC = fator de cobertura (adimensional) – Hoare <i>et al.</i> (1984); A = porcentagem de área sombreada (adimensional).
$FC = A + 0,15 \times (1 - A)$	FC = fator de cobertura (adimensional) – Keller (1978); A = porcentagem de área sombreada (adimensional).
$LL = ET_{il} - P_e$	LL = lâmina líquida de irrigação (mm/dia);

	<p>ETil = evapotranspiração para irrigação localizada (mm/dia);</p> <p>Pe = precipitação efetiva (mm/dia).</p>
$LB = \frac{LL}{(1 - K) \times CUC}$	<p>LB = lâmina bruta de irrigação (mm/dia);</p> <p>K = 1 – Ea ou K = FL (usar maior valor);</p> <p>Ea = eficiência de irrigação (adimensional);</p> <p>FL = fração de lixiviação (adimensional);</p> <p>CUC = coeficiente de uniformidade de Christiansen (1942) (adimensional).</p>
$FL = \frac{CEi}{2 \times CEesLim}$	<p>FL = fração de lixiviação (adimensional);</p> <p>CEi = condutividade elétrica da água de irrigação;</p> <p>CEesLim = condutividade elétrica do extrato saturado do solo limiar para a cultura.</p>
$VPP = LB \times Sp \times Sl$	<p>VPP = volume de água por planta por dia (L/planta/dia);</p> <p>LB = lâmina bruta de irrigação (mm/dia);</p> <p>Sp = espaçamento entre plantas (m);</p> <p>Sl = espaçamento entre linhas de plantas (m).</p>
$Pu = \frac{Au}{Ap \times 100}$	<p>Pu = porcentagem de área umedecida (%);</p> <p>Au = área umedecida (m<sup>2</sup>);</p> <p>Ap = área por planta (m<sup>2</sup>).</p>
$TO = \frac{VPP}{(qe \times Ne)}$	<p>TO = tempo de operação por setor (h/dia);</p> <p>VPP = volume de água por planta por dia (L/planta/dia);</p> <p>qe = vazão do emissor (L/h);</p> <p>Ne = número de emissores por planta.</p>
$NS = \frac{TD}{TO}$	<p>NS = número de setores;</p> <p>TD = tempo de operação diário (h/dia);</p> <p>TO = tempo de operação por setor (h/dia).</p>
$As = \frac{A}{NS}$	<p>AS = área do setor (ha);</p> <p>A = área total (ha);</p> <p>NS = número de setores.</p>
$Qs = 10 \times \frac{AS}{Ap} \times Ne \times qe$	<p>Qs = Vazão do sistema (m<sup>3</sup>/h);</p> <p>AS = área do setor (ha);</p> <p>Ap = área por planta (m<sup>2</sup>);</p> <p>Ne = número de emissores por planta;</p> <p>qe = vazão do emissor (L/h).</p>
$Qll = Nell \times \frac{qe}{1000}$	<p>Qll = vazão da linha lateral (m<sup>3</sup>/h);</p> <p>Nell = número de emissores por linha lateral;</p> <p>qe = vazão do emissor (L/h).</p>

$Qld = Qll \times Nll$	Qld = vazão da linha de distribuição (m <sup>3</sup> /h); Qll = vazão da linha lateral (m <sup>3</sup> /h); Nll = número de linhas laterais.
$HfBl = 0,20 \times Ps - DN_{Bl}$	HfBl = perda de carga total no bloco (mca); Ps = pressão de serviço do emissor (mca); DN <sub>Bl</sub> = diferença de nível no bloco (m).
$F = \frac{1}{m+1} + \frac{1}{2 \times N} + \frac{\sqrt{m-1}}{6 \times N^2}$	F = fator de perda de carga (adimensional); m = expoente da vazão na equação de perda de carga; N = número de aspersores na linha lateral.
$F = \frac{2 \times N}{2 \times N - 1} \times \left[ \frac{1}{m+1} + \frac{\sqrt{m-1}}{6 \times N^2} \right]$	F = fator de perda de carga (adimensional); m = expoente da vazão na equação de perda de carga; N = número de aspersores na linha lateral.
$Hfll = 0,473 \times L \times f \times \frac{Qll^{1,75}}{D^{4,75}}$	Hfll = perda de carga na linha lateral (mca); L = comprimento da linha lateral (m); f = fator de redução de perda de carga (adimensional); Qll = vazão da linha lateral (L/h); D = diâmetro da linha lateral (mm).
$Hfld = HfBl - Hfll$	Hfld = perda de carga na linha de distribuição (mca); HfBl = perda de carga total no bloco (mca); Hfll = perda de carga na linha lateral (mca).
$D = \left( \frac{10,641 \times \left( \frac{Qld}{C} \right)^{1,85} \times Lld \times f}{Hfld} \right)^{0,205}$	D = diâmetro da linha de distribuição (m); Qld = vazão da linha de distribuição (m <sup>3</sup> /s); C = coeficiente de Hazen-Williams (adimensional); Lld = comprimento da linha de distribuição (m); f = fator de redução de perda de carga (adimensional); Hfld = perda de carga na linha de distribuição (m).
$L2 = \left( \frac{\left( \frac{D1}{D} \right)^n - 1}{\left( \frac{D1}{D2} \right)^n - 1} \right)^{\left( \frac{1}{m+1} \right)} \times L$	L2 = comprimento do segundo trecho da linha de distribuição (m); D1 = diâmetro comercial a ser utilizado no trecho 1 da linha de distribuição (mm); D = diâmetro calculado (mm); D2 = diâmetro comercial a ser utilizado no trecho 2 da linha de distribuição (mm); L = comprimento da linha de distribuição (m); n = expoente do diâmetro na fórmula de cálculo de Hf (adimensional); m = expoente da vazão na fórmula de cálculo de Hf (adimensional).
$Pe = Ps + M' \times HfBl + \frac{DN}{2}$	Pe = pressão na entrada da linha de distribuição (mca); Ps = pressão de serviço do emissor (mca);

	<p><math>M'</math> = coeficiente cujo valor é 0,75 para linha de distribuição com um único diâmetro, 0,63 para dois diâmetros e 0,5 para três diâmetros;</p> <p>HfBl = perda de carga total no bloco (mca);</p> <p>DN = diferença de nível total no bloco (m).</p>
$Hm = Hflp + DNlp + Hfad + DNad$ $+ Pe + Hfv + Hfs + DNs$ $+ Hff + Hfloc$	<p>Hm = altura manométrica do sistema (mca);</p> <p>Hflp = perda de carga na linha principal (mca);</p> <p>DNlp = diferença de nível na linha principal (m);</p> <p>Hfad = perda de carga na adutora (mca);</p> <p>DNad = diferença de nível na adutora (m);</p> <p>Pe = pressão na entrada do bloco (mca);</p> <p>Hfv = perda de carga na válvula (mca);</p> <p>Hfs = perda de carga na sucção (mca);</p> <p>DNs = diferença de nível na sucção (m);</p> <p>Hff = perda de carga nos filtros (mca);</p> <p>Hfloc = perda de carga localizada (mca)</p>
$POTb = \frac{Qs \times Hm}{2,7 \times Efb}$	<p>POTb = potência necessária ao eixo da bomba (cv);</p> <p>Qs = vazão do sistema (m<sup>3</sup>/h);</p> <p>Hm = altura manométrica do sistema (mca);</p> <p>Efb = eficiência da bomba (%).</p>

Fonte: Próprio autor (2024).

## 4.2 Apresentação dos dados de entrada e saída (Fluxograma)

Na tela inicial do aplicativo, o usuário irá iniciar um novo projeto, em seguida, deverá fornecer os dados relacionados ao empreendimento, solo, clima e cultura. Para prosseguir com o dimensionamento do sistema, é imprescindível o preenchimento completo de todos os campos solicitados.

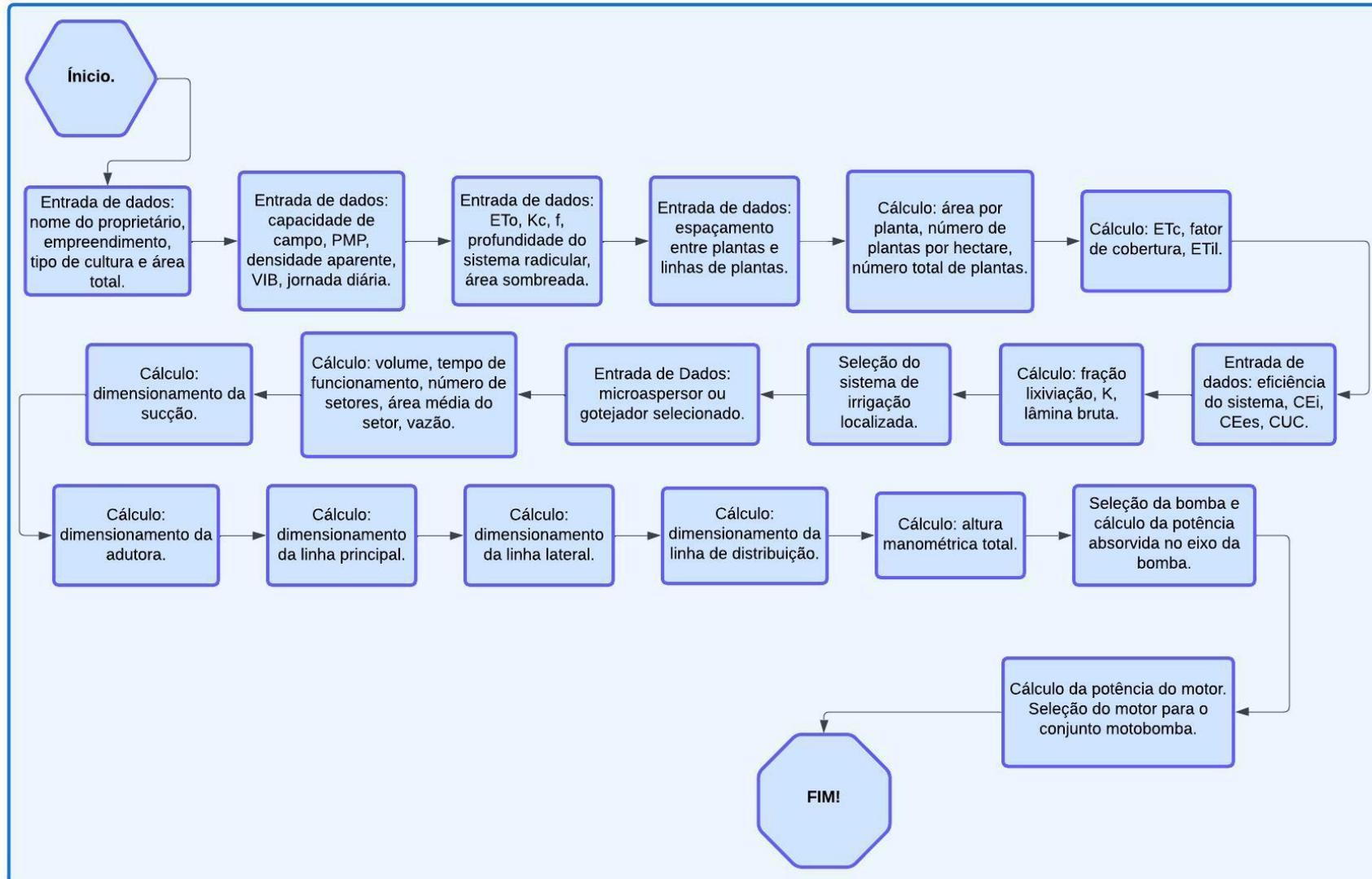
Durante as etapas do dimensionamento do projeto, serão estabelecidas restrições em relação ao número de caracteres e intervalos numéricos que o usuário poderá inserir, objetivando reduzir os erros no dimensionamento do sistema. Caso o projetista deixe de preencher algum campo ou insira valores que não estejam nos padrões, mensagens de erro serão exibidas na tela.

A cada etapa do dimensionamento, será realizado um cálculo e, com isso, obterá os seguintes dados de saída: número de plantas/ha, número total de plantas, evapotranspiração da cultura e para irrigação localizada, fator de cobertura, lâmina bruta, volume por planta, tempo de funcionamento, número de setores, área do setor, turno de rega, vazão do sistema, diâmetro

das tubulações, perda de carga e velocidade de escoamento (sucção, adutora, linha principal, linhas laterais e de distribuição), vazão ajustada, altura manométrica total e potência requisitada para o conjunto motobomba.

A Figura 1 ilustra, de forma sintetizada, o fluxograma, que representa o funcionamento do aplicativo durante a realização de um novo projeto.

**Figura 1.** Fluxograma de execução do aplicativo.



Fonte: Próprio autor (2024).

### 4.3 Teste do aplicativo

Após o desenvolvimento do aplicativo, ele foi submetido a diversos testes repetitivos, nos quais os seus valores foram comparados a projetos de irrigação localizada encontrados em planilhas Excel, para que o aplicativo tenha maior eficiência e confiabilidade.

Os testes permitiram detectar desproporções, erros ou áreas para a melhoria do aplicativo, assegurando que ele possa corresponder com as expectativas e necessidades dos usuários. Com a comparação entre o aplicativo e as planilhas de projetos de irrigação localizada, foi avaliada a precisão, podendo aferir se os resultados obtidos são confiáveis.

Para um teste final, foi dimensionado no aplicativo um projeto de irrigação localizada já existente, dimensionado para o município de Matias Cardoso – MG, no Lote 237-P, Projeto Jaíba.

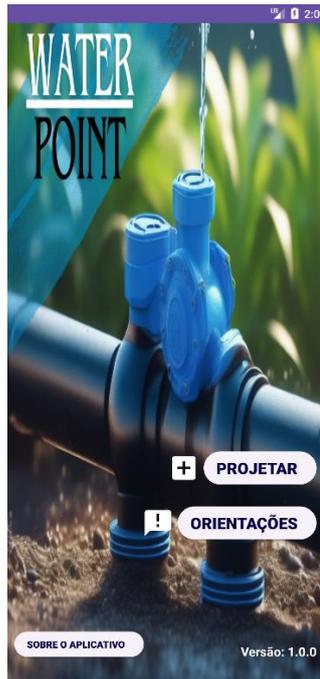
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O *Water Point* foi desenvolvido para minimizar os erros de dimensionamento em projetos de irrigação localizada e para agilizar as tomadas de decisão dos usuários, utilizando a tecnologia para facilitar, de maneira intuitiva, simples e fácil entendimento.

Os resultados obtidos serão apresentados a seguir, com a comparação de um mesmo projeto dimensionado pelo aplicativo e uma ficha técnica de um projeto já existente.

Ao iniciar o aplicativo (Figura 2), o usuário poderá clicar nos botões “Projetar”, que inicia um novo dimensionamento de projeto, “Orientações”, que leva a uma tela com as orientações necessárias para utilizar o aplicativo, e “Sobre o Aplicativo”, que prosseguirá para uma tela com informações sobre o aplicativo.

**Figura 2.** Tela inicial.



Fonte: Próprio autor (2024).

Após começar um novo projeto, será solicitado o nome do empreendimento, proprietário(a), tipo de cultura e área total, representado na Figura 3a. Em seguida, será necessário informar os dados de solo, cultura e clima (Figuras 3b, 3c e 3d) para, assim, calcular a área por planta, o número de plantas por hectare e o número total de plantas.

**Figura 3.** Dados de entrada para o dimensionamento.

**a)**

1:39

**NOME DO EMPREENDIMENTO**  
Lote 237

**PROPRIETÁRIO (A)**  
Projeto Jaiba

**TIPO DE CULTURA**  
Manga

**ÁREA TOTAL (ha)**  
23

PRÓXIMO

**b)**

1:43

**Capacidade de Campo (% em peso)**  
28

**Ponto de Murcha Permanente (% em peso)**  
13

**Densidade Aparente do Solo (g/cm<sup>3</sup>)**  
1.25

**Velocidade de Infiltração Básica (mm/h)**  
10

**Jornada Diária (h/dia)**  
21

PRÓXIMO

**c)**

1:47

**Evapotranspiração de Referência (mm/dia)**  
6.2

**Coefficiente de Cultura (adimensional)**  
0.9

**Fator de Disponibilidade de Água (adimensional)**  
0.6

**Profundidade Efetiva do Sistema Radicular (cm)**  
60

**Área Sombreada (%)**  
65

PRÓXIMO

**d)**

2:03

**Espaçamento entre Plantas (m)**  
8

**Espaçamento entre Linhas de Plantas (m)**  
8

CALCULAR

**Área por Planta (m<sup>2</sup>)**  
64.0

**Número de Plantas por Hectare (Plantas/ha)**  
156.0

**Número Total de Plantas**  
3594.0

PRÓXIMO

Fonte: Próprio autor (2024).

Prosseguindo o projeto (Figura 4a), pode-se calcular a  $ET_c$ , o fator de cobertura e a  $ET_{il}$ , e, ao inserir mais alguns dados solicitados, será calculada a lâmina bruta do projeto (Figura 4b). Ao escolher o sistema de irrigação do projeto (Figura 4c), é necessário adicionar as

especificações do emissor escolhido (Figura 4d), seguindo para o cálculo do volume por planta e a vazão necessária (Figura 4e).

**Figura 4.** Cálculo da necessidade hídrica e seleção do sistema de irrigação.

**a)**

**NECESSIDADE HÍDRICA**

CALCULAR

Evapotranspiração da Cultura (mm/dia) 5.57

Fator de Cobertura (%)

Aljiburi et al.	87.1
Decroix	74.9
Hoare et al.	82.4
Keller	70.2

78.7

Evapotranspiração para Irrigação Localizada (mm/dia) 4.39

PRÓXIMO

**b)**

EFICIÊNCIA DO SISTEMA (%) 95

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO (dS/m) 0.04

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DO EXTRATO DE SATURAÇÃO DO SOLO (dS/m) 2

COEFICIENTE DE UNIFORMIDADE DE CHRISTIANSEN (%) - ESPERADO 90

CALCULAR LÂMINA BRUTA

Fração Lixiviação 0.01

K (adimensional) 0.05

Lâmina Bruta (mm/dia) 5.13

PRÓXIMO

**c)**

**SELECIONE O SISTEMA DE IRRIGAÇÃO**

MICROASPERSÃO

GOTEJAMENTO

VOLTAR

**d)**

Emissor Escolhido em Catálogo Rain Bird SP24-340

Vazão do Emissor (L/h) 95

Diâmetro Molhado do Emissor (m) 7.4

Diâmetro do Bocal (mm) 1.45

Pressão de Serviço do Emissor (mca) 20

Número de Plantas por Emissor 1

Espaçamento entre Emissores (m) 8

Espaçamento entre Laterais (m) 8

PRÓXIMO

**e)**

CALCULAR VOLUME NECESSÁRIO

Porcentagem de Área Umedecida (%) 67.20

Volume por Planta/Dia (L/Planta/Dia) 328.9

Tempo de Funcionamento/Setor/Dia (h/dia) 3.46

Número de Setores 6

Tempo de Funcionamento/Dia (h/dia) 20.77

Turno de Rega (dia(s)) 1

CALCULAR VAZÃO NECESSÁRIA

Área Média do Setor (ha) 3.83

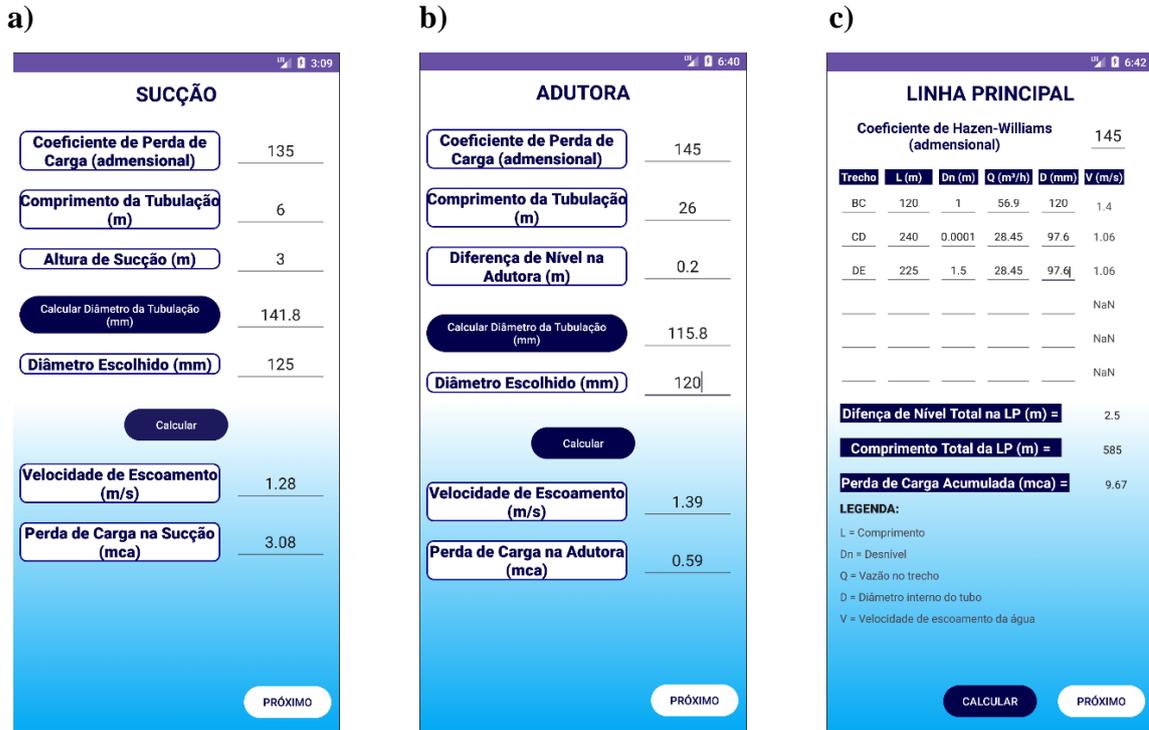
Vazão Média do Sistema (m<sup>3</sup>/h) 56.90

PRÓXIMO

Fonte: Próprio autor (2024).

Depois de informar as especificações do emissor e calcular os parâmetros hidráulico do projeto, têm-se o dimensionamento das tubulações de sucção, adutora e linha principal (Figuras 5a, 5b e 5c, respectivamente).

**Figura 5.** Dimensionamento hidráulico do projeto.



Fonte: Próprio autor (2024).

Ao concluir a linha principal, será dimensionado a linha lateral (Figuras 6a e 6b) e a linha de distribuição (Figuras 6c, 6d, 6e), sendo necessário informar alguns dados para o dimensionamento das linhas.

**Figura 6.** Dimensionamento da linha lateral e de distribuição.

**a)**

**LINHA LATERAL**

!!! Considere a linha lateral que possua maior perda de carga.

Comprimento da LL (m) 44

Diâmetro da LL (mm) 16

Coefficiente de Perda de Carga (adimensional) 145

Diferença de Nível na LL (m) 0.5

Calcular Número de Emissores na LL

6

PRÓXIMO

**b)**

**LINHA LATERAL**

Distância do Início da LL até o Primeiro Emissor

Igual Espaçamento entre Emissores  Metade do Espaçamento

Fator de Perda de Carga (adimensional) 0.38

Vazão na LL (m<sup>3</sup>/h) 0.57

Velocidade de Escoamento (m/s) 0.78

Perda de Carga na LL (mca) 1.02

Varição de Pressão na LL (mca) 1.52

PRÓXIMO

**c)**

**LINHA DE DISTRIBUIÇÃO**

Saída da LL na LD (1 ou 2 lados) 2

Comprimento da LD (m) 100

Diferença de Nível LD (m) 1

Número de Blocos por Setor 2

Calcular

Vazão de Distribuição (m<sup>3</sup>/h) 14.82

Perda de Carga no Bloco (mca) 2.5

Perda de Carga Máxima Admissível na LD (mca) 1.477

PRÓXIMO

**d)**

**LINHA DE DISTRIBUIÇÃO**

Calcular Diâmetro da Tubulação (mm) 59.83

Diâmetros Comerciais Selecionados (mm)

Diâmetro 1 (mm) 72.5

Diâmetro 2 (mm) 48.1

Diâmetro 3 (mm) D3

Calcular Comprimento da LD (m)

Comprimento 1 (m) 40.0

Comprimento 2 (m) 60

Comprimento 3 (m) L3 =

PRÓXIMO

**e)**

**LINHA DE DISTRIBUIÇÃO**

Calcular Perda de Carga Total na LD (mca) 2.477

Digite o valor do Coeficiente M' 0.63

\* M' para LD com único diâmetro = 0,75  
\* M' para LD com dois diâmetros = 0,63  
\* M' para LD com três diâmetros = 0,50

Quantidade de Blocos no Projeto 4

Calcular

Pressão na Entrada da LD (mca) 22.32

Varição Máxima Permitida na LD (mca) 4.465

Vazão Real Ajustada (m<sup>3</sup>/h) 59.28

PRÓXIMO

Fonte: Próprio autor (2024).

Para finalizar o projeto, calcula-se a altura manométrica total (Figura 7a), informando alguns dados como altura do emissor e perda de carga nas válvulas e filtros, seguindo para a seleção do conjunto motobomba. Ao selecionar a bomba, é calculada a potência absorvida no eixo (Figura 7b) para calcular a potência do motor (Figura 7c) e selecioná-lo.

**Figura 7.** Altura manométrica total e seleção do conjunto motobomba.

**a) ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL**

Altura do Emissor (m)	0.4
Perda de Carga nas Válvulas (mca)	3
Perda de Carga nos Filtros (mca)	7
<b>Calcular Altura Manométrica</b>	<b>48.37</b>

**b) SELEÇÃO DA BOMBA**

Vazão do Projeto (m³/h)	59.28
Altura Manométrica do Projeto (mca)	48.37
<b>DADOS DA BOMBA:</b>	
Marca:	KSB
Modelo:	Meganorm 50-160
Número de Estágios:	1
Diâmetro dos Rotores (mm):	148.6
Rotação (RPM):	3500
Rendimento (%):	73.5
Pressão da Bomba (mca):	48.7
Vazão da Bomba (m³/h):	59.3
NPSH Requerido:	-
<b>Calcular Pot. Absorvida no Eixo da Bomba (cv)</b>	<b>14.45</b>

**c) SELEÇÃO DO MOTOR**

<b>Calcular Pot. do Motor (cv)</b>	<b>16.61</b>
<b>DADOS DO MOTOR:</b>	
Marca:	WEG/similar
Modelo:	IP-54
Tipo de Motor:	Elétrico
Número de Fases:	1
Número de Polos:	II
Potência Nominal (cv):	20
Rotação (RPM):	3500
Tensão (V):	220
Frequência (Hz):	60

Fonte: Próprio autor (2024).

Ao dimensionar o projeto pelo aplicativo, foi feita uma comparação com os dados da ficha técnica do dimensionamento realizado para o Projeto Jaíba, localizado em Matias Cardoso-MG. Nas tabelas seguintes, temos os resultados do projeto técnico dimensionado por uma empresa de irrigação, os resultados obtidos no dimensionamento pelo *Water Point* e o percentual de diferença entre resultados.

Na tabela 2 temos os dados culturais do projeto técnico. Pode-se observar que os números de plantas e área por planta são iguais aos obtidos pelo aplicativo, conforme demonstrado na figura 3d, chegando a uma diferença entre resultados de 0%.

**Tabela 2.** Dados culturais do projeto.

<b>PROJETO TÉCNICO DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA</b>				
<b>NOME:</b>				
<b>PROPRIEDADE:</b>	Lote 237-P Projeto Jaíba			
<b>MUNICÍPIO:</b>	Matias Cardoso/MG			
<b>DADOS CULTURAIS</b>				
	<b>FICHA TÉCNICA</b>	<b>APLICATIVO</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>PERCENTUAL DE DIFERENÇA (%)</b>
<b>CULTURAS:</b>	Manga	Manga	-	-
<b>ÁREA CULTIVADA:</b>	23	23	ha	-
<b>EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA (mm/dia):</b>	6.20	6.20	mm/dia	-
<b>COEFICIENTE DA CULTURA:</b>	0.90	0.90	-	-
<b>PORCENTAGEM DE ÁREA SOMBREADA:</b>	65	65	%	-
<b>ÁREA POR PLANTA:</b>	64	64	m <sup>2</sup>	0
<b>NÚMERO DE PLANTAS/ha:</b>	156	156	plantas/ha	0
<b>NÚMERO TOTAL DE PLANTAS:</b>	3594	3594	plantas	0

Fonte: Próprio autor (2024).

Em relação aos dados de necessidade hídrica, observam-se muitos resultados iguais e alguns muito próximos, diferindo apenas nos números da segunda casa decimal após a vírgula. Por exemplo, a evapotranspiração da cultura resultou em 5,60 mm/dia no projeto técnico e 5,57 mm/dia no aplicativo; o fator de cobertura foi de 78,8% e 78,7%, respectivamente; e a evapotranspiração para irrigação localizada foi de 4,40 mm/dia e 4,39 mm/dia. A maior diferença percentual entre os valores obtidos foi de 0,54%. Outros resultados também foram muito próximos, conforme representado na Tabela 3. Essa pequena diferença nos resultados pode ser atribuída ao fato de que, no dimensionamento feito para o projeto técnico, os valores foram arredondados, ao contrário do aplicativo, que fornece o resultado exato, sendo uma diferença meramente numérica.

**Tabela 3.** Dados técnicos (necessidade hídrica e emissor escolhido).

<b>EMISSOR E LINHA LATERAL</b>				
	<b>FICHA TÉCNICA</b>	<b>APLICATIVO</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>PERCENTUAL DE DIFERENÇA (%)</b>
<b>SISTEMA DE IRRIGAÇÃO:</b>	Microaspersão	Microaspersão	-	-
<b>VAZÃO DO EMISSOR:</b>	95	95	L/h	-
<b>DIÂMETRO MOLHADO DO EMISSOR:</b>	7.40	7.40	m	-
<b>DIÂMETRO DO BOCAL:</b>	1.45	1.45	mm	-
<b>PRESSÃO DE SERVIÇO:</b>	20	20	mca	-
<b>NÚMERO DE PLANTAS/EMISSOR:</b>	1	1	plantas/ emissor	-
<b>ESPAÇAMENTO ENTRE EMISSORES:</b>	8	8	m	-
<b>ESPAÇAMENTO ENTRE LATERAIS:</b>	8	8	m	-
<b>QUANTIDADE DE ÁGUA APLICADA</b>				
<b>EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CULTURA (mm/dia):</b>	5.60	5.57	mm/dia	0.54
<b>FATOR DE COBERTURA:</b>				
<b>(Aljiburi et al.)</b>	87.10	87.10	%	0
<b>(Decroix)</b>	75.00	74.90	%	0.13
<b>(Hoare et al.)</b>	82.50	82.40	%	0.12
<b>(Keller)</b>	70.25	70.20	%	0.07
<b>VALOR UTILIZADO DE FC:</b>	78.80	78.70	%	0.13
<b>EVAPOTRANSPIRAÇÃO PARA IRRIGAÇÃO LOCALIZADA:</b>	4.40	4.39	mm/dia	0.23
<b>EFICIÊNCIA DO SISTEMA:</b>	95	95	%	-
<b>CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO:</b>	0.04	0.04	dS/m	-
<b>CEes:</b>	2	2	dS/m	-
<b>CUC esperado:</b>	90	90	%	-
<b>FL:</b>	0.01	0.01		0

<b>K: (1-Ea ou FL) usar a maior:</b>	0.05	0.05		0
<b>LÂMINA BRUTA:</b>	5.14	5.13	mm/dia	0.19
<b>PORCENTAGEM DE ÁREA UMEDECIDA:</b>	67.20	67.20	%	0
<b>VOLUME POR PLANTA/DIA:</b>	328.90	328.90	L/planta/dia	0
<b>TEMPO DE FUNCIONAMENTO/SETO R/DIA:</b>	3.46	3.46	h/dia	0
<b>TEMPO DE FUNCIONAMENTO/DIA:</b>	20.80	20.77	h/dia	0.14
<b>TURNO DE REGA:</b>	1	1	dia	-
<b>CÁLCULO DOS PARÂMETROS HIDRÁULICOS</b>				
<b>DETERMINAÇÃO DO NÚMERO DE SETORES (Ns):</b>	6	6	setores	0
<b>DETERMINAÇÃO DA ÁREA MÉDIA DO SETOR (As):</b>	3.83	3.83	ha	0
<b>DETERMINAÇÃO DA VAZÃO MÉDIA DO SISTEMA (Qs):</b>	56.90	56.90	m <sup>3</sup> /h	0

Fonte: Próprio autor (2024).

No dimensionamento hidráulico, pode-se observar a mesma situação ocorrida com os dados da necessidade hídrica: alguns resultados são exatamente iguais e outros apresentam uma diferença mínima, sendo a maior de 0,78%. A velocidade de sucção na ficha técnica e no aplicativo foi de 1,29 m/s e 1,28 m/s, respectivamente; a velocidade na adutora foi de 1,40 m/s e 1,39 m/s; e as velocidades na linha principal foram exatamente iguais.

**Tabela 4.** Dimensionamento hidráulico da sucção, adutora e linha principal.

<b>DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO</b>				
<b>1.SUCÇÃO:</b>				
	<b>FICHA TÉCNICA</b>	<b>APLICATIVO</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>PERCENTUAL DE DIFERENÇA (%)</b>
<b>C = COEFICIENTE:</b>	135	135	-	-
<b>L = COMPRIMENTO DA TUBULAÇÃO:</b>	6	6	m	-

<b>Hs = ALTURA DE SUÇÃO:</b>	3	3	m	-
<b>D = DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO:</b>	125	125	mm	-
<b>Hfc = PERDA DE CARGA TOTAL:</b>	3.09	3.08	mca	0.32
<b>V = VELOCIDADE DE ÁGUA NA TUBULAÇÃO:</b>	1.29	1.28	m/s	0.78
<b>2.ADUTORA (TRECHO AB):</b>				
<b>COEFICIENTE:</b>	145	145	-	-
<b>L = COMPRIMENTO DA ADUTORA:</b>	26	26	m	-
<b>DNV = DIFERENÇA DE NÍVEL:</b>	0.20	0.20	m	-
<b>DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO:</b>	120	120	mm	-
<b>Hfc:</b>	0.59	0.59	mca	0
<b>VELOCIDADE:</b>	1.40	1.39	m/s	0.71
<b>3.LINHA PRINCIPAL:</b>				
<b>3.1.TRECHO BC:</b>				
<b>COEFICIENTE:</b>	145	145	-	-
<b>COMPRIMENTO DA TUBULAÇÃO:</b>	120	120	m	-
<b>DIFERENÇA DE NÍVEL:</b>	1	1	m	-
<b>VAZÃO:</b>	56.90	56.90	m³/h	-
<b>DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO:</b>	120	120	mm	-
<b>Hfc:</b>	2.82	2.82	mca	0
<b>VELOCIDADE:</b>	1.40	1.40	m/s	0
<b>3.2.TRECHO CD:</b>				
<b>COEFICIENTE:</b>	145	145		-
<b>COMPRIMENTO DA TUBULAÇÃO:</b>	240	240	m	-
<b>DIFERENÇA DE NÍVEL:</b>	0	0	m	-
<b>VAZÃO:</b>	28.45	28.45	m³/h	-
<b>DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO:</b>	97.60	97.60	mm	-
<b>Hfc:</b>	2.76	2.76	mca	0
<b>VELOCIDADE:</b>	1.06	1.06	m/s	0
<b>3.3.TRECHO DE:</b>				
<b>COEFICIENTE:</b>	145	145		-
<b>COMPRIMENTO DA TUBULAÇÃO:</b>	225	225	m	-
<b>DIFERENÇA DE NÍVEL:</b>	1.5	1.5	m	-

<b>VAZÃO:</b>	28.45	28.45	m <sup>3</sup> /h	-
<b>DIÂMETRO DA TUBULAÇÃO:</b>	97.60	97.60	mm	-
<b>H<sub>fc</sub>:</b>	4.09	4.09	mca	0
<b>VELOCIDADE:</b>	1.06	1.06	m/s	0

Fonte: Próprio autor (2024).

Para o dimensionamento da linha lateral, pode-se observar uma pequena diferença na perda de carga na linha lateral, sendo 1,03 mca no projeto e 1,02 mca no aplicativo, e a variação de pressão foi de 1,53 mca e 1,52 mca, respectivamente. A maior diferença foi obtida nos resultados da velocidade de escoamento na linha lateral, chegando a 1,27%.

A linha de distribuição divergiu na perda de carga máxima admissível e total, no diâmetro calculado, na pressão na entrada da linha e na variação máxima permitida. Os resultados foram próximos, com a maior diferença na perda de carga máxima admissível na linha de distribuição: 1,48 mca obtido na ficha técnica e 1,47 mca obtido no aplicativo, chegando a um percentual de diferença de 0,68%.

**Tabela 5.** Dimensionamento hidráulico da linha lateral e de distribuição.

<b>4.LINHA LATERAL:</b>				
	<b>FICHA TÉCNICA</b>	<b>APLICATIVO</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>PERCENTUAL DE DIFERENÇA (%)</b>
<b>COMPRIMENTO DA LATERAL:</b>	44	44	m	-
<b>DIÂMETRO DA LATERAL:</b>	16	16	mm	-
<b>COEFICIENTE:</b>	145	145	-	-
<b>DIFERENÇA DE NÍVEL:</b>	0.50	0.50	m	-
<b>NÚMERO DE EMISSORES:</b>	6	6	emissores	0
<b>F = FATOR DE CHRISTIANSEN:</b>	0.38	0.38	-	0
<b>VAZÃO DA LATERAL:</b>	0.57	0.57	m <sup>3</sup> /h	0
<b>VELOCIDADE:</b>	0.79	0.78	m/s	1.27
<b>H<sub>fc</sub>:</b>	1.03	1.02	mca	0.97
<b>VARIAÇÃO DE PRESSÃO NA LATERAL:</b>	1.53	1.52	mca	0.65
<b>5.LINHA DE DISTRIBUIÇÃO:</b>				
<b>LINHAS LATERAIS PARA 1 OU 2 LADOS:</b>	2	2	lados	-
<b>COMPRIMENTO DA LINHA DE DISTRIBUIÇÃO:</b>	100	100	m	-
<b>DIFERENÇA DE NÍVEL NA LINHA DE DISTRIBUIÇÃO:</b>	1	1	m	-

<b>NÚMERO DE BLOCOS POR SETOR:</b>	2	2	blocos	-
<b>VAZÃO DE DISTRIBUIÇÃO:</b>	14.82	14.82	m <sup>3</sup> /h	0
<b>PERDA DE CARGA NO BLOCO:</b>	2.50	2.50	mca	0
<b>Hf MÁXIMA ADMISSÍVEL NA LINHA DE DISTRIBUIÇÃO:</b>	1.48	1.47	mca	0.68
<b>CÁLCULO DO DIÂMETRO:</b>				
<b>DIÂMETRO CALCULADO:</b>	59.84	59.83	mm	0.02
<b>DIÂMETROS COMERCIAIS:</b>				
<b>D1:</b>	72.50	72.50	mm	-
<b>D2:</b>	48.10	48.10	mm	-
<b>COMPRIMENTO:</b>				
<b>L1:</b>	40	40	m	0
<b>L2:</b>	60	60	m	0
<b>Hfc:</b>	2.48	2.47	mca	0.40
<b>M':</b>	0.63	0.63		-
<b>PRESSÃO NA ENTRADA DA LINHA DE DISTRIBUIÇÃO:</b>	22.33	22.32	mca	0.04
<b>VARIAÇÃO MÁXIMA PERMITIDA:</b>	4.47	4.46	mca	0.22
<b>VAZÃO AJUSTADA</b>	59.28	59.28	m <sup>3</sup> /h	0

Fonte: Próprio autor (2024).

Ao determinar a altura manométrica total, o aplicativo *Water Point* resultou em 48,37 mca, enquanto o projeto técnico apresentou 48,38 mca, mostrando uma diferença mínima entre os resultados.

**Tabela 6.** Determinação da altura manométrica total.

<b>6.DETERMINAÇÃO DA ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL:</b>				
	<b>FICHA TÉCNICA</b>	<b>APLICATIVO</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>PERCENTUAL DE DIFERENÇA (%)</b>
<b>ALTURA DO EMISSOR:</b>	0.40	0.40	mca	-
<b>PERDA DE CARGA NAS VÁLVULAS:</b>	3	3	mca	-
<b>PERDA DE CARGA NOS FILTROS:</b>	7	7	mca	-
<b>PRESSÃO NA ENTRADA DO BLOCO:</b>	22.33	22.32	mca	0.04

<b>PERDA DE CARGA NA LINHA PRINCIPAL:</b>	9.67	9.67	mca	0
<b>PERDA DE CARGA NA LINHA ADUTORA:</b>	0.59	0.59	mca	0
<b>PERDA DE CARGA NA SUCÇÃO:</b>	3.09	3.08	mca	0.32
<b>PERDA DIVERSAS:</b>	2.30	2.30	mca	0
<b>ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL:</b>	48.38	48.37	mca	0.02

Fonte: Próprio autor (2024).

Na seleção do conjunto motobomba, observou-se uma mínima diferença de 0,02% nos resultados, correspondendo à altura manométrica total. As potências calculadas não apresentaram divergência, com um percentual de erro de 0%.

**Tabela 7.** Seleção do conjunto motobomba.

<b>7.SELEÇÃO DO CONJUNTO MOTOBOMBA:</b>				
	<b>FICHA TÉCNICA</b>	<b>APLICATIVO</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>PERCENTUAL DE ERRO (%)</b>
<b>VAZÃO:</b>	59.28	59.28	m³/h	0
<b>ALTURA MANOMÉTRICA:</b>	48.38	48.37	mca	0.02
<b>TIPO DE BOMBA:</b>	Centrífuga	Centrífuga	-	-
<b>MARCA:</b>	KSB	KSB	-	-
<b>MODELO:</b>	Meganorm 50-160	Meganorm 50-160	-	-
<b>NÚMERO DE ESTÁGIOS:</b>	1	1	-	-
<b>DIÂMETRO DOS ROTORES:</b>	148.6	148.6	mm	-
<b>ROTAÇÃO:</b>	3500	3500	rpm	-
<b>RENDIMENTO:</b>	73.5	73.5	%	-
<b>POTÊNCIA ABSORVIDA NO EIXO:</b>	14.45	14.45	cv	0
<b>TIPO DE MOTOR:</b>	Elétrico	Elétrico	-	-
<b>MARCA:</b>	WEG/similar	WEG/similar	-	-
<b>MODELO:</b>	IP-54	IP-54	-	-
<b>POTÊNCIA DO MOTOR CALCULADA:</b>	16.61	16.61	cv	0

<b>POTÊNCIA NOMINAL:</b>	20	20	cv	-
<b>NÚMERO E FASES:</b>	1	1	-	-
<b>NÚMERO DE POLOS:</b>	II	II	-	-
<b>ROTAÇÃO:</b>	3500	3500	rpm	-
<b>TENSÃO:</b>	220	220	volts	-
<b>FREQUÊNCIA:</b>	60	60	Hz	-

Fonte: Próprio autor (2024).

Os resultados do projeto dimensionado pelo aplicativo *Water Point* apresentaram valores semelhantes e, em alguns casos, muito próximos aos do projeto de Matias Cardoso, demonstrando sua capacidade e precisão no dimensionamento de sistemas de irrigação localizada.

## 6 CONCLUSÃO

O *Water Point* demonstrou ser um aplicativo eficaz para dimensionar sistemas de irrigação localizada, tanto por microaspersão quanto por gotejamento, apresentando resultados semelhantes aos encontrados em planilhas Excel acadêmicas e dimensionando corretamente utilizando dados da ficha técnica de um projeto existente.

Essa proximidade nos resultados ressalta a confiabilidade do aplicativo como uma ferramenta para dimensionar projetos de irrigação localizada, evidenciando que ele pode ser uma alternativa viável e precisa em comparação com os métodos tradicionais utilizados no projeto técnico. Além de ser um aplicativo que pode ser utilizado offline, ele é de fácil compreensão, confirmando sua praticidade e facilidade de uso.

Entretanto, é necessário que o aplicativo continue sendo atualizado constantemente, acompanhando o desenvolvimento tecnológico, tornando-o mais funcional e útil para os usuários atuais e futuros, facilitando o dimensionamento de irrigação localizada para todos.

## REFERÊNCIAS

AGRAWAL, R.; ATRAY, M.; SATTIRAJU, K. S. Exploring suitable interfaces for agriculture based smartphone apps in India. **Proceedings...Asia Pacific Conference on Computer Human Interaction**, 11. New York, NY, USA: ACM, 2013. (APCHI'13), p. 280–285. Disponível em < <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/2525194.2525293>>. Acesso em: 25 de abr. 2023.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. 2. ed. Brasília: ANA, 2021.

ANDRADE, C.; BRITO, R. A. L. Métodos de irrigação e quimigação. **Embrapa Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, Circular Técnica n. 86, 2006, 17p.

BARRIVIERA, Rodolfo; CANTERI, Marcelo Giovanetti. **Informática básica aplicada às ciências agrárias**. Londrina, Eduel, 2008. Disponível em: < [http://www.uel.br/editora/portal/pages/arquivos/informatica%20basica\\_digital.pdf](http://www.uel.br/editora/portal/pages/arquivos/informatica%20basica_digital.pdf)>. Acesso em: 18 de mar. 2023.

BERNARDO, S.; Impacto Ambiental da Irrigação no Brasil. p. 79-88. In SILVA, D.D.; PRUSKI, F.F. (eds.). Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura. **Anais...** Brasília. MMA/SRH/ABEAS; Viçosa, MG: UFV/Departamento de Engenharia Agrícola, 1997. Disponível em: < [https://www2.feis.unesp.br/irrigacao/imagens/winotec\\_2008/winotec2008\\_palestras/Impacto\\_ambiental\\_da\\_irrigacao\\_no\\_Brasil\\_Salassier\\_Bernardo\\_winotec2008.pdf](https://www2.feis.unesp.br/irrigacao/imagens/winotec_2008/winotec2008_palestras/Impacto_ambiental_da_irrigacao_no_Brasil_Salassier_Bernardo_winotec2008.pdf)>. Acesso em: 17 de mar. 2023.

BISCARO, Guilherme Augusto. **Sistemas de irrigação localizada**. 1 ed. Dourados: Editora UFGD, 2014.

BRAGA, M. B.; CALGARO, M. Uso da tensiometria no manejo da irrigação. **Embrapa Semiárido**, Petrolina, dez. de 2010. 28 p. Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/884330/1/Documentos235.pdf>>. Acesso em: 10 de mar. 2023.

BRITO, Cleiton Fernando Barbosa; FONSECA, Varley Andrade; SANTOS, Marcelo Rocha dos. Desempenho de sistemas de irrigação por gotejamento com aplicação da água salina. **Revista Agrotecnologia**, v. 7, n. 1, p. 10-17, 2016. Disponível em: < <https://revista.ueg.br/index.php/agrotecnologia/article/view/5011>>. Acesso em: 27 de abr. 2023.

COELHO, Eugênio Ferreira *et al.* Irrigação em citros nas condições do nordeste do Brasil. **Citrus Research & Technology**, v. 27, n. 2, p. 0-0, 2020.

CONCEIÇÃO, M. A. F. Irrigação de fruteiras por microaspersão. **Embrapa uva e vinho**, Bento Gonçalves, set. de 2004, Circular técnica, 49. Disponível em: < <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/541417/1/cir049.pdf>>. Acesso em: 19 de abr. 2023.

DANTAS JÚNIOR, Marcelo de Oliveira et al. **Desempenho de um sistema de irrigação por gotejamento para a cultura do feijão-cupi**. 2023. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Biosistemas) – Universidade Federal de Campina Grande, Sumé, 2023.

FERRAREZI, Rhuanito Soranz *et al.* Subirrigation: Historical overview, challenges, and future prospects. **HortTechnology**, v. 25, n. 3, p. 262-276, 2015.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The state of world fisheries and aquaculture**. 1. ed. Roma: FAO, 2020.

GOTARDO, Reginaldo Aparecido. **Linguagem de programação I**. Rio de Janeiro: Seses, p. 34, 2015.

KUHN, Filipe. **Agricontrole: aplicativo android para gerenciamento agrícola**. 2018. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Sistemas para Internet) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Guarapuava, 2018.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2009.

MARQUES FILHO, Marcello Gomes. **Desenvolvimento de aplicativo na plataforma android para verificação de elementos estruturais submetidos a flexão composta em estruturas de aço**. 2018. 131 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Goiânia, 2018.

MORAES, Matheus Augusto Souza de *et al.* Demanda de software pela agricultura familiar: entraves e potenciais para micro e pequenas empresas desenvolvedoras de software. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROINFORMÁTICA, 7., 2009, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2009. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/512779>>. Acesso em: 10 de mai. 2023.

OLIVEIRA, Luara Vieira de; OLIVEIRA, Flávio Gonçalves; FIGUEIREDO, Flávio Pimenta de. Aplicativo multiplataforma para dimensionamento de irrigação por pivô central. **Irriga**, Botucatu, v.1, n.1, p. 40-47, 2017.

SILVA, César Antônio da; SILVA, Cícero José da. Avaliação de uniformidade em sistemas de irrigação localizada. **Revista científica eletrônica de agronomia**, Garça, 08 dez. 2005. Disponível em: <[http://faef.revista.inf.br/imagens\\_arquivos/arquivos\\_destaque/Tm9d5yhlcpezey1x\\_2013-4-29-15-39-59.pdf](http://faef.revista.inf.br/imagens_arquivos/arquivos_destaque/Tm9d5yhlcpezey1x_2013-4-29-15-39-59.pdf)>. Acesso em: 30 de abr. 2023.

SILVA, S. N.; NEVES, E. Importância do manejo da irrigação. **Enciclopédia. Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Jandaia-GO, v. 17 n. 34, p. 271–88, 2020.

SILVA FILHO, Gerson Luis Ferreira da. **Desenvolvimento de aplicativo para adoção de animais abandonados utilizando a linguagem de programação Kotlin e programação reativa**. 2017. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Computação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

SILVESTRE, MATHEUS POLTRONIERI. **Desenvolvimento de um sistema de apoio ao tratamento de pacientes com desvios fonológicos para plataforma android**. 2015. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Ciência da Computação) – Fundação de Ensino “Eurípides Soares da Rocha”, Marília, 2015.

TESTEZLAF, Roberto. **Irrigação: métodos, sistemas e aplicações**. 1. ed. Campinas: UNICAMP 2017.

VASCONCELOS, Lourivaldo J. F. C. *et al.* Desenvolvimento de um Aplicativo Móvel para Fiscalização do Uso dos Recursos Hídricos (SIGFIS). In: WORKSHOP DE COMPUTAÇÃO APLICADA À GESTÃO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS (WCAMA), 12., 2021, Evento Online. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2021. Disponível em: < <https://doi.org/10.5753/wcama.2021.15735>>. Acesso em: 02 de mai. 2023.