



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL GOIANO - CAMPUS URUTAÍ  
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

**DIMENSIONAMENTO DE PIVÔ CENTRAL PARA O INSTITUTO  
FEDERAL GOIANO – CAMPUS URUTAÍ**

**NAISLE REZENDE COSTA EDUARDO**

**URUTAÍ, GOIÁS  
2024**

## **NAISLE REZENDE COSTA EDUARDO**

Trabalho de curso apresentado ao curso de Engenharia Agrícola do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

**Orientador (a):** Leandro Salomão Caixeta

**Co-orientadora:** Raiane Ferreira de Miranda

URUTAÍ – GO  
Fevereiro de 2024

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

RN158d Rezende Costa Eduardo, Naisle  
Dimensionamento de Pivô Central para o Instituto  
Federal Goiano - Campus Urutaí / Naisle Rezende  
Costa Eduardo; orientadora Leandro Caixeta Salomão;  
co-orientadora Raiane Ferreira de Miranda. -- Urutaí,  
2024.  
35 p.

Monografia (Pós-graduação Lato Sensu em em  
Engenharia Agrícola) -- Instituto Federal Goiano,  
Campus Urutaí, 2024.

1. software. 2. irrigação. 3. projeção. 4.  
implementação. I. Caixeta Salomão, Leandro, orient.  
II. Ferreira de Miranda, Raiane, co-orient. III.  
Título.

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

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

## IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Tese (doutorado)

Dissertação (mestrado)

Monografia (especialização)

TCC (graduação)

Artigo científico

Capítulo de livro

Livro

Trabalho apresentado em evento

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Matrícula:

Título do trabalho:

## RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:      Não      Sim, justifique:

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

O documento está sujeito a registro de patente?      Sim      Não

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

## DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

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

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

Local      /      /  
Data

NAISLE R. C. EDUARDO

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Documentos 5/2024 - CCEG-UR/GEG-UR/DE-UR/CMPURT/IFGOIANO

BANCHARELADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA/COORDENAÇÃO DE TRABALHO DE CURSO  
**DIMENSIONAMENTO DE PIVÔ CENTRAL PARA O INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS URUTAÍ**

NAISLE REZENDE COSTA EDUARDO

Trabalho de curso apresentado ao curso de Engenharia Agrícola do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola.

Defendido e aprovado pela Comissão Examinadora em: 23 /02/2024.

---

Prof. Dr. Leandro Caixeta Salomão

Orientador

---

Prof. Dr. Victor Tomaz de Oliveira

Examinador

---

Prof<sup>a</sup>. Me<sup>a</sup>. Maria Rosa Alferes

Examinador

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Raiane Ferreira de Miranda

Co-Orientadora/Participante

Documento assinado eletronicamente por:

- Raiane Ferreira de Miranda, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 28/02/2024 12:45:19.
- Maria Rosa Alferes da Silva, PROF ENS BAS TEC TECNOLOGICO-SUBSTITUTO, em 27/02/2024 10:20:06.
- Victor Tomaz de Oliveira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 27/02/2024 09:44:47.
- Leandro Caixeta Salomao, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 27/02/2024 09:22:39.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 27/02/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 576774

Código de Autenticação: 163e4d9a01



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Urutaí

Rodovia Geraldo Silva Nascimento, Km 2.5, SN, Zona Rural, URUTAÍ / GO, CEP 75790-000

(64) 3465-1900

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, obrigada a Deus, universo e todas as energias boas que me guiaram e me acalmaram todas as vezes que eu estava sozinha comigo mesma pensando em desistir.

Obrigada a minha mãe (Vera Lúcia Rezende), porque mesmo com meus defeitos e as vezes até sem acreditar não perdeu a fé em mim.

Obrigada a minha parceira do apartamento seis (Jénniffer Gabriella Rodrigues Gonzatti), por ser a base para eu encaminhar por todo esse tempo e até hoje, você me consolidou, me construiu e me apoiou. Com certeza se não fosse aquele seu empenho para nós duas morarmos juntas, hoje eu não estaria aqui, essa vitória também é sua!

Obrigada ao amor que escolhi para a minha vida (Danyelle de Souza Antonio), você tem sua porcentagem de todos os dias que eu vivi aqui, e que caminharei posteriormente.

Obrigada ao meu primeiro grupo e meu time campeão da Copa Engenharia (Wisley Borges, Marcelo Augusto Gomes, Ibsen Borges, Natan Alves, Edson Henrique da Silva, Carlos Magno, Geremias Machado e Guilherme Bertoldo) por todos os trabalhos e momentos de lazer juntos, esses quatro anos e meio não seriam os mesmos sem vocês a minha volta.

Obrigada ao meu segundo grupo (Pedro Lucas Ribeiro, Hiago de Paula, Vinícius Morais e Davi Ramos), os últimos seis meses tiveram outro sentido com vocês nos meus dias.

Obrigada ao meu parceiro de uma vida toda (Marcelo Augusto Gomes), nós temos uma caminhada juntos do jardim de infância até a carreira profissional, espero poder crescer e te ver crescer muito no caminho que nós escolhemos.

Obrigada a minha dupla (Ibsen Borges), por toda a paciência e dedicação em enfrentar quatro anos e meio de trabalhos em dupla comigo, você foi guerreiro.

Obrigada aos meus amigos mais distintos (Olivia Caetano, Ana Petrolinio, Amanda Andrade, Daniella Jardim, Andreina Duarte, Amanda Borges, Thiago Vasconcelos, dentre outros) sem nem saber vocês tornaram dias insuportáveis em calma para mim, esses dias foram essenciais para eu chegar até aqui.

Obrigada a minha sala do 9º período (Sullivan Dias, Vinicius Moraes, Marcos Vinícius, Hugo Vicente, dentre outros já citados), vocês deram sentido a frase “sozinho você vai mais rápido, mas acompanhado você vai além”, vocês me transformaram.

Obrigada ao meu orientador (Leandro Salomão), por toda a paciência que dedicou a mim.

Obrigada a minha co-orientadora (Raiane Miranda), você chegou no finalzinho e me trouxe amparo e esperança.

Obrigada a minha orientadora de projeto (Rute Quelvia), no meio de todo mundo você enxergou algo em mim que nem eu mesma via, e esse olhar deu outro sentido a minha vida profissional, obrigada por acreditar em mim.

Obrigada ao meu mentor de TCC (Cleilton Menezes), que mesmo através de apenas uma tela de celular não mediu esforços para ajudar e ensinar alguém que não conhecia, saiba que onde quer que minha vida profissional me leve a minha primeira base veio de você.

Obrigada ao meu gerente (Uesley Quirino), que através de uma mensagem me deu minha primeira oportunidade no mercado de trabalho, e aos meus supervisores (Venilson Gonçalves e Jhony Silva), o meu pouco tempo ao lado de vocês proporcionou outra estrutura para esse TCC.

Ademais, obrigada a todas as pessoas que não estão mais na minha jornada, mas tiveram papéis essenciais nesse caminho!

Os grandes momentos da sua vida não são necessariamente as coisas que você faz, eles também são as coisas que acontecem com você. Agora não estou dizendo que vocês não devem tomar uma atitude pra não afetar o resultado da sua vida. Você tem que tomar atitudes. Mas nunca se esqueça que a qualquer dia, poderão colocar o pé pra fora de casa e sua vida toda poderá mudar pra sempre. O Universo tem um plano, crianças, e esse plano está sempre acontecendo. Uma borboleta bate as asas e começa a chover. É um pensamento assustador, mas também maravilhoso. Todas essas pequenas peças da máquina funcionando constantemente. Trabalhando para que você acabe exatamente onde você deveria estar. No lugar certo, na hora certa.

Ted Mosby

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi dimensionar um pivô central, tendo em vista uma prática de irrigação de como é feito o dimensionamento atualmente no mercado de pivôs centrais, mesclando a teoria passada em sala de aula e as modernizações presentes na indústria de projeções de pivôs centrais. O estudo foi realizado em uma área real localizada no Instituto Federal Goiano no campus Urutaí, utilizando planilha eletrônica, software Google Earth Pro e coleta de dados na área de implementação do pivô. Foram gerados dados de comprimento da linha lateral do pivô de 253,14m, área total de 20,13 ha irrigados e captação de água normal, devido as condições do lugar de bombeamento. Conclui-se que a área é ideal para o pivô e sua implementação é completamente viável.

**Palavras-chave:** software, irrigação, projeção, implementação.

## **ABSTRACT**

The objective of this study was to size a central pivot taking into account an irrigation practice of how sizing is currently done in the central pivot market, merging the theory passed in the classroom and the modernizations present in the center pivot projection industry. The study was carried out in a real area present at the Instituto Federal Goiano on the Urutaí campus, using an electronic spreadsheet, software such as Google Earth Pro and data collection in the pivot implementation area. Generating data on the length of the pivot lateral line of 253.14m, total irrigated area of 20.13 ha, water capture being normal due to the conditions of the pumping location. Concluding that the area is ideal for the pivot and its implementation is completely viable.

**Keywords:** software, irrigation, projection, implementation.

## LISTAS

Figura 1. Mapa interativo do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí.....	16
Figura 2. Área equipada para irrigação por pivôs centrais 1985 – 2019.....	18
Figura 3. Fazendas encontradas no Google Earth Pro de áreas na região nordeste e centro oeste.....	20
Figura 4. Coleta de dados no local de captação de água e bombeamento.....	21
Figura 5. Inserção dos dados no software do Google Earth.....	22
Figura 6. Ponto mais alto da circunferência do pivô central.....	23
Figura 7. Ponto mais baixo da circunferência do pivô central.....	23
Figura 8. Perfil de elevação da adutora.....	24
Figura 9. Coleta de dados de desnível para dimensionamento de pivô central através do uso do drone na área do Instituto Federal Goiano, 2023.....	24
Figura 10. Planilha de dimensionamento de pivô central.....	25
Tabela 1. Dados obtidos de desnível e energia obtidos sobre a área escolhida através do mapeamento digital.....	26
Tabela 2. Dados de composição do pivô central.....	27
Tabela 3. Resultados do cálculo da telescopia.....	28
Figura 12. Página inicial do catálogo eletrônico da Imbil.....	28
Figura 13. Página de colocação de dados.....	29
Figura 14. Curva de Vazão x Altura Manométrica.....	29
Figura 15. Ficha técnica final do dimensionamento.....	30
Figura 16. Recorte do último lance e balanço do pivô.....	33
Figura 17. Recorte da ligação de pressão e sucção, e bombeamento do pivô central.....	34
Figura 18. Pivô central e chegada da adutora.....	35

## LISTA DE SIGLAS

IF – Instituto Federal

ANA - Agência Nacional de Uso das Águas

Ha – hectare

M - metros

BP - bombeamento e o centro do pivô

A - adutora

CA - centro ao ponto mais alto

CB - centro ao ponto mais alto

HF - altura manométrica

PN - pressão nominal

Mca – metros de coluna d'água

Mm – milímetro

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	10
<b>ABSTRACT</b> .....	11
<b>LISTAS DE FIGURAS</b> .....	12
<b>LISTA DE SIGLAS</b> .....	13
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	16
2.1 O IF Goiano Campus Urutaí.....	16
2.2 Histórico da irrigação.....	16
2.2.1 Irrigação por pivô central.....	17
2.2.1.1 Vantagens do sistema de pivô central.....	18
2.2.1.2 Limitações do sistema de pivô central.....	18
2.2.2 Tecnologias para o dimensionamento de pivô central.....	19
2.3 Dimensionamento de pivô para o IF Goiano.....	19
2.4 Contrastes regionais para o dimensionamento.....	20
<b>DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO</b> .....	21
<b>LISTA DE MATERIAIS</b> .....	31
<b>PROJETO HIDRÁULICO AUTOCAD</b> .....	33
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	36
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	37

## INTRODUÇÃO

A agricultura desempenha um papel fundamental no cenário econômico e social do Brasil, sendo o Centro-Oeste Goiano uma região estratégica nesse contexto. Com uma diversidade de culturas, que incluem desde grãos até frutas, esta área se destaca pela sua contribuição significativa para a produção agropecuária do país. Contudo, no estado, o clima é tropical semiúmido, havendo estações chuvosas e períodos de seca. (Espinoza et al., 1982).

Nesse contexto, a necessidade de sistemas eficientes de irrigação torna-se evidente, visando assegurar a estabilidade e a produtividade das culturas. Entre as tecnologias de irrigação, os pivôs centrais surgem como uma opção viável, oferecendo vantagens em termos de cobertura, uniformidade na aplicação de água e facilidade de manejo. No entanto, para garantir a eficácia e a sustentabilidade desses sistemas, é imprescindível realizar um dimensionamento adequado, levando em consideração uma série de fatores intrínsecos à região e à atividade agrícola em questão.

Explorando a narrativa na qual o dimensionamento será realizado no Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí, vale ressaltar que se trata de uma instituição primariamente voltada para o campo agrícola. O campus oferece uma ampla gama de cursos, incluindo Engenharia Agrícola, Agronomia, Técnico em Agropecuária, todos abordando o estudo da irrigação em sistemas por aspersão em disciplinas de sua grade curricular. Isso confere ao projeto uma contextualização mais profunda e desperta um interesse particular na comunidade escolar.

Agregando ao ensino de práticas de manejo de irrigação e irrigação um cenário mais realista do que será encontrado após a formação dos estudantes, abrangendo também áreas de estudo de culturas em um ambiente com a irrigação controlada. Considerando que a irrigação por aspersão de pivô central tem conquistado o cenário agrícola de forma exponencial na região goiana.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 O IF Goiano Campus Urutaí

O instituto foi reconhecido por diversos anos de sua existência como uma escola de ensino agrícola, na qual ao longo dos anos foi se modernizando e abrangendo novas áreas. Atualmente, o instituto possui além da sua tradicional área em cursos de agrárias, cursos na área da saúde e do ensino, caracterizando-se ao longo de seu território 40 laboratórios para realização de atividades didáticas, um complexo agroindustrial, setores reservados aos animais, internato estudantil, áreas de lazer e esporte, e um refeitório capaz de produzir até 3000 refeições por dia. (IF Goiano, 2019)

Em sua área de mais de 500 ha possui alguns campos e laboratórios destinados ao estudo da irrigação, como laboratório de hidráulica, área destinada à aspersão, estufas com irrigação automatizada, e também, houve durante algum tempo a existência de um pivô central, que não somente servia para o estudo de irrigação, como também o estudo de culturas com controle de irrigação. (IF Goiano, 2019)

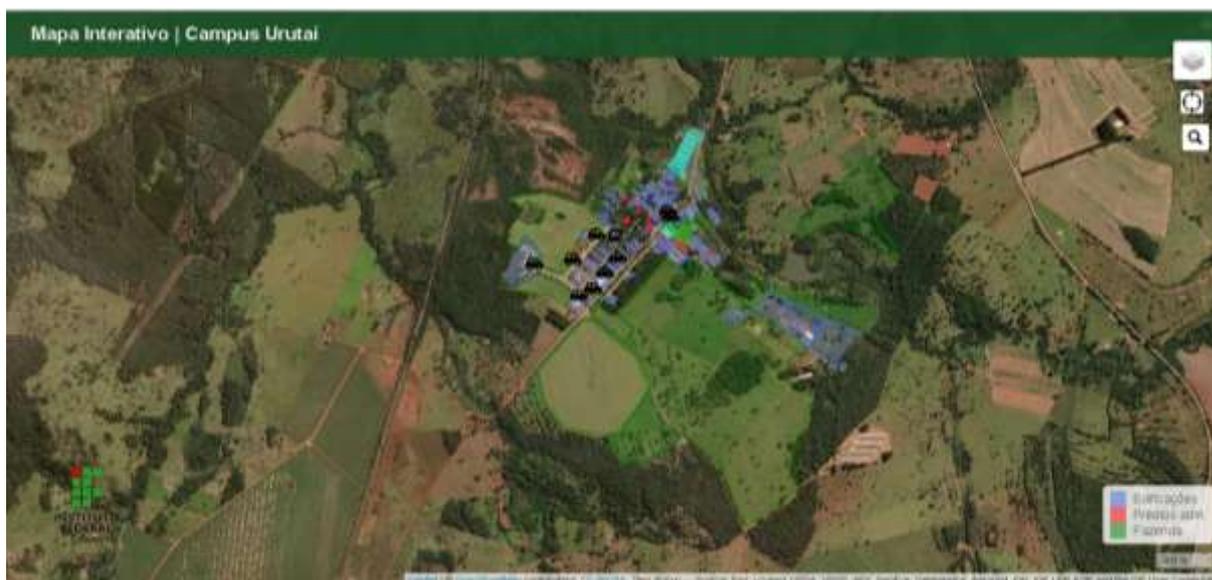


Figura 1. Mapa interativo do Instituto Federal Goiano – Campus Urutaí.  
Fonte: IF Goiano, 2023.

### 2.2 Histórico da irrigação

Na localidade do Egito e Mesopotâmia, tem-se registro das primeiras práticas de irrigação, desenvolvidas em regiões que as características de distribuição especial e temporal das chuvas não são capazes de suprir as necessidades das culturas, e conseqüentemente, o fornecimento de alimentos para população. Isso pode ser observado em diversas bibliografias

sobre estudos da região, assim como no livro da Bíblia, versículo 11:10 de Deuteronômio, que diz: “A terra da qual vocês vão tomar posse não é como a terra do Egito, de onde vocês vieram e onde plantavam as sementes e tinham que fazer a irrigação a pé, como numa horta”, fazendo assim referência ao que foi dito anteriormente (Deuteronômio).

A irrigação pode ser descrita como o ato de transportar recursos hídricos para áreas específicas, com o intuito de suprir a demanda hídrica de determinada cultura, atuando na reposição de água necessária por meio de algum equipamento destinado a realizar esse trabalho.

Considerada como a invenção estrategicamente mais importante para o meio agrícola nos dias atuais, a irrigação oferecer ao agricultor a possibilidade de produzir independentemente de condições externas, como precipitação. Isso torna a produção contínua independente da variável do clima e solo regional, além de possibilitar a opção de rega em períodos prolongados de seca dentro do período chuvoso. Esse fato explica o constante crescimento de áreas irrigadas no país, conforme foi datado pela pesquisa realizada para a produção do Atlas de Irrigação de 2021 pela Agência Nacional do Uso das Águas (ANA).

#### 2.2.1 Irrigação por pivô central

A irrigação de pivô central consiste na utilização de um conjunto de materiais e técnicas que giram em torno de um pivô, projetados com o intuito de suprir o déficit hídrico que as culturas necessitam da forma mais prática e simples possível. (ATLAS Irrigação, 2021). É constituído de uma linha lateral autopropelida contendo emissores, com deslocamento lateral ocorrendo através da movimentação das torres em tempos distintos (FRIZZONE et al., 2018).

O Centro-Oeste é considerado uma região que sofre de escassez de água em períodos específicos do ano, com o verão se caracterizando-se por ocorrências de chuvas e o inverno com um grande período de escassez, tornando necessária a suplementação de água para as culturas semeadas durante esse período (ATLAS Irrigação, 2021). Cada região geográfica do país exige demandas diferentes de acordo com características próprias (ATLAS Irrigação, 2021). A ampliação de áreas irrigadas, visando aspectos sustentáveis, foi contabilizada em 29,6 milhões de hectares no ano de 2013 (CHRISTÓFODIS, 2013), podendo ser reavaliada pela pesquisa (Figura 2) realizada para a produção do Atlas de Irrigação de 2021 pela Agência Nacional de Uso das Águas (ANA).

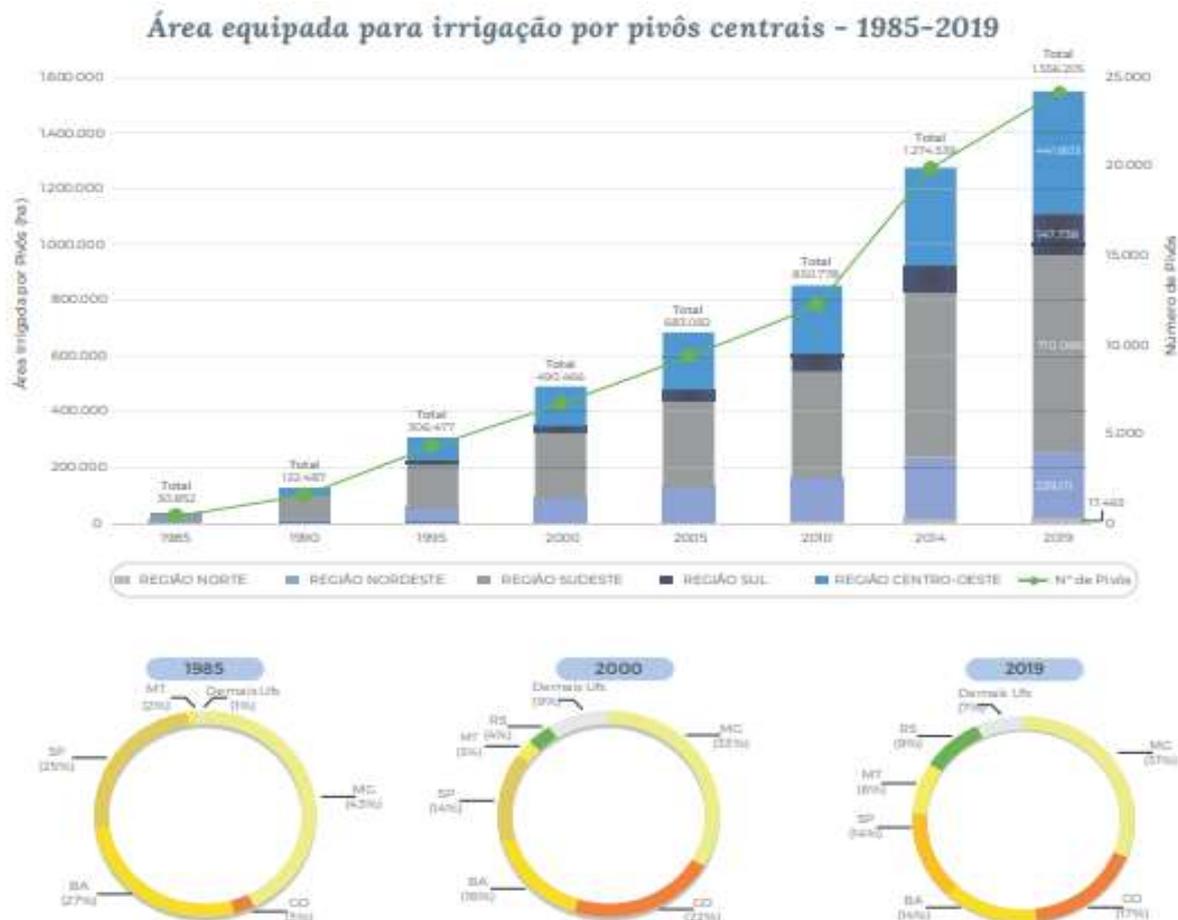


Figura 2. Área equipada para irrigação por pivôs centrais 1985 – 2019.  
Fonte: ANA (2021).

### 2.2.1.1 Vantagens do sistema de pivô central

O sistema de pivô central ganhou grande visibilidade no cenário agrícola ao longo dos anos. Essa grande aceitação dos pivôs centrais deve-se a alguns fatores já citados por Martin, et al. (2007), incluindo o fato da operação ser em sua maioria automatizada, apresenta simplicidade operacional, vida útil longa, entre outros aspectos.

Além disso, usufrui de uma implementação simplificada, embora sua aquisição exija elaborosos projetos e dimensionamentos. Quando comparados aos sistemas de microirrigação, por exemplo, é possível obter uma média de 1 ha de microirrigação para 10 ha de pivô central, em base no tempo de projeção e instalação. (COELHO, 2007)

### 2.2.1.2 Limitações do sistema de pivô central

Visto que tudo que possui vantagens possui limitações, o sistema de pivô central não seria diferente. Devido ao seu formato circular, sua implementação em uma área quadrada faz

com que, em média, apenas 80% da parte total seja irrigada. Além disso, só apresenta uma boa economicidade pivôs maiores de 50 ha.

O fator de velocidade do vento, assim como a radiação, também pode ser prejudicial, pois a presença desses fatores afeta diretamente a uniformidade de aplicação de água. Em regiões que esses fatores são recorrentes, pode-se encontrar uma perda de 25% de água por evaporação (FRIZZONE, et al.,2018).

### 2.2.2 Tecnologias para o dimensionamento de pivô central

Com o constante desenvolvimnto tecnológico presente nos dias atuais, os métodos de coleta de dados para projeção de um pivô central foram sendo modificados visando facilitar o processo. Atualmente, há a utilização de planilhas automatizadas para os cálculos hidráulicos da linha lateral, levando em consideração área de abrangência do pivô e medidas dos equipamentos utilizados pela empresa em questão. Além disso, o georreferenciamento torna a determinação de medidas das áreas mais simples e precisas, com a utilização de drones, imagens de satélites, entre outros recursos. Esses métodos contribuem para a determinação de status de uso, posição em relação às áreas de preservação, concentração de microbacias hidrográficas, avaliação de demanda hídrica e condições das lavouras por sensores remotos, entre outros aspectos que facilitam o estudo de uma área destinada ao pivô. (GUIMARÃES, 2020; LANDAU, 2020)

A irrigação é fundamental para garantir a constância de oferta de alimentos e aumentar a segurança alimentar e nutricional. Algumas das culturas presentes no prato do brasileiro que agregam valores significativos ao âmbito nutricional e que são produzidas sob alto percentual de irrigação incluem, por exemplo, o tomate, arroz, pimentão, cebola, batata, alho, frutas e verduras (ATLAS Irrigação, 2021).

### 2.3 Dimensionamento de pivô para o IF Goiano

Diante desse cenário, propõe-se realizar o dimensionamento de pivôs centrais como uma ferramenta estratégica para a otimização da irrigação na região do Centro-Oeste Goiano e nas práticas escolares. Buscaremos compreender as particularidades climáticas, as características do solo e as necessidades específicas de irrigação das principais culturas, propondo diretrizes práticas para o dimensionamento adequado desses sistemas.

Destacando a importância econômica e ambiental da utilização eficiente de recursos hídricos na agricultura, ressaltando o papel dos pivôs centrais como uma tecnologia capaz de

conciliar produtividade e sustentabilidade. Considerando tamanhos médios para a utilização desses sistemas, pretendemos fornecer *insights* valiosos para agricultores, engenheiros agrônomos e demais profissionais interessados em implementar e aprofundar-se em sistemas de irrigação por pivô central na região do Centro Oeste Goiano.

#### 2.4 Contrastes regionais para o dimensionamento



Figura 3. Fazendas encontradas no Google Earth Pro de áreas na região nordeste e centro oeste.

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

A (Figura 3) transmite o contraste entre os cenários regionais da implementação de pivôs. Na imagem da esquerda (Nordeste), é possível observar pivôs com padrões de tamanho e distribuição uniformes, enquanto na imagem da direita (Centro Oeste), nota-se a heterogeneidade na distribuição de pivôs centrais. Essas características são refletidas diretamente no dimensionamento dos pivôs, pois detalhes como a declividade do terreno são essenciais para o dimensionamento adequado do equipamento. Além disso, o clima regional e as culturas a serem produzidas são fatores que devem ser considerados ao planejar o dimensionamento do pivô.

## DIMENSIONAMENTO HIDRÁULICO

Aspirando apresentação mais efetiva do método de dimensionamento de pivô central ordinariamente utilizado pelas diversas empresas que trabalham no setor de projeção de pivôs centrais, este projeto foi elaborado a partir de etapas, instruídas pelos projetistas da Agroirrigação de Cristalina – Goiás. Através deste, pode-se construir um fluxo de projeção da seguinte forma:

### 1ª - Coleta de dados in loco:

Para início do dimensionamento, foi necessário realizar uma visita ao local em que será implantado o pivô, com o objetivo de coletar dados como energia elétrica disponível, recurso hídricos e local de bombeamento.



Figura 4. Coleta de dados no local de captação de água e bombeamento.  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

### 2ª - Mapeamento digital da área através da ferramenta do Google Earth Pro:

Através de ferramentas livres e gratuitas presentes no software desenvolvido pelo Google, o Google Earth Pro, foi realizado o mapeamento digital da área com o objetivo de obter dados de distância e altitude do projeto. Este mapeamento consiste na introdução de polígonos e linhas, e através do software, é possível obter dados como distância e altitude. Nossos dados foram inseridos no software, trazendo assim informações próximas do real para estimativa do dimensionamento.



Figura 5. Inserção dos dados no software do Google Earth.  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

A área escolhida já apresentava um pivô central, porém seu funcionamento foi interrompido devido a danos ocorridos ao sistema, sendo assim o projeto poderá ser um incentivo para uma nova colocação.

Nas figuras subsequentes (Figura 6, 7 e 8) pode-se extrair alguns dos dados que foram expostos anteriormente. Na (Figura 6 e 7) foi inserido um polígono de circunferência de área de 20 ha, área da qual pretendemos irrigar, e através dessa inserção podemos aferir o perfil de elevação da circunferência do pivô, obtendo assim dados de desnível dentro da circunferência do pivô, obtendo assim dados de desnível dentro da circunferência. Na (Figura 8) foi inserido um caminho do qual este tem seu início no bombeamento e término no centro do pivô, visto que essa será a distância percorrida pelos tubos da adutora, e se tratando de hidráulica o desnível e a distância são fatores essenciais para o cálculo da perda de carga sofrida na tubulação. Visto que, o software, assim como na circunferência, oferece dados de desnível e distância.



Figura 6. Ponto mais alto da circunferência do pivô central.  
 Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.



Figura 7. Ponto mais baixo da circunferência do pivô central.  
 Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.



Figura 8. Perfil de elevação da adutora.  
 Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Foram realizadas ainda a aferição do desnível do ponto de captação de água até o centro do pivô através de drone, em que se obteve o valor de 43,09m.



Figura 9. Coleta de dados de desnível para dimensionamento de pivô central através do uso do drone na área do Instituto Federal Goiano, 2023.  
 Fonte: Victor Tomaz de Oliveira.

3ª – Aplicação dos dados coletados em planilha eletrônica para fins de treinamentos em dimensionamento de pivô central:

DIMENSIONAMENTO PIVO CENTRAL									
Pivô Nº	1	Fazenda:	Escola Agrícola	Data:	27/10/2023				
Nome do Cliente:	IF Goiano	Município:	Urutai -GO						
Ref.: Orç.	Pivô 01	Legenda							
		Dados de entrada							
		Valor Calculado							
PRECIPITAÇÃO									
Lâmina Bruta Diária	9 mm/dia								
Número de horas de trabalho diário	21 horas/dia								
LAYOUT									
Área circular irrigada	20,06 ha								
Raio total irrigado	252,6 m								
Círculo	360 °								
COMPOSIÇÃO									
Nº	4	Tipo	Diâmetr	Comprimento	Altura do PIVÔ	Standard			
		Longo	6,5/8"	54,86	Spray final	Sim			
				0	Canhão Final	Não			
Lances				0	Marca Aspersores	Senniger			
				0	Modelo Aspersores	I/Job			
				0	Tubo de descida	flexível			
				0	Conjunto de Pneus	14,9x24			
Balanço		Balanço		25,45	Vel. da última torre	280 m/h			
Comprimento pivôflex e transição de DN				0,71	Período (Relé a 100%)	4,94 Horas			
Comprimento até a última torre				220,15 m	Lamina p/ percurso	2,12 mm/volta			
Comprimento da tubulação				245,6 m	Pres. final da tubul.	VSL			
Spray Final/Canhão Final				7 m	Motor em alta	3			
Vazão total	85,91 m³/h	Pivôflex	0,25m						
Vazão por área	4,29 m³/ha/h	Transi.	0,46m						
ADUTORA									
Comprimento da tubulação	100	250	180						
Material do tubo	PVC	PVC	PVC						
Coefficiente C	140	140	140						
Velocidade máxima econômica	2,5	2,5	2,5						
Diâmetro estimado	110	110	110						
Diâmetro comercial utilizado	PVC 150/125	PVC 150/80	PVC 150/80						
Diâmetro comercial utilizado	156,4	161,2	162,2						
Velocidade de escoamento	1,24	1,17	1,15						
Perda de carga (J)	0,01	0,01	0,01						
Perda de carga na tubulação	0,94	0,81	0,79						
	0,94	2,02	1,41						
SUCÇÃO - LIGAÇÃO DE PRESSÃO									
Comprimento da tubulação	6 m								
Material do tubo	Aço zincado								
Coefficiente C	125								
Velocidade máxima permitida na adutora	1,6 m/s								
Diâmetro estimado	137,80 mm								
Diâmetro comercial utilizado	148,4 mm								
Tubulação comercial	AZ 150mm								
Velocidade de escoamento	1,38 m/s								
Perda de carga (J)	0,01493733 m/m								
Perda de carga na tubulação	0,09 m								
CALCULO DA PERDA DE CARGA									
Pressão no final da tubulação	15 mca								
DN CENTRO DO PIVÔ e PNT MAIS ALTO	14 m								
Perda Friccional no Tubo do PIVÔ	0,94 mca								
Altura dos aspersores	3,54 m								
Pressão no Ponto PIVÔ (Manômetro)	33,48 mca								
DN MOTOBOMBA e o CENTRO DO PIVÔ	40 m								
Perdas na adutora	4,38 mca								
Altura máxima de SUÇÃO PREVISTA	3 m								
Perda LOCALIZADAS	5,00 mca								
ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL	85,85 mca								
DN Centro PIVÔ e PONTO MAIS BAIXO	21 m								
Pressão no PIVÔ em declive	54,48 m								
DIMENSIONAMENTO DA MOTOBOMBA									
Tipo de motor	Elétrico								
Marca	IMBIL								
Modelo	ITAFB0-400/3								
Estágios	3								
Diâmetro do rotor	285,9 mm								
Rotação	1770 rpm								
Vazão	86 m³/h								
Pressão	86 mca								
Rendimento	73,7 %								
Potência no Eixo	40,9 cv								
Fator potencia máx	7 %								
Potência Máxima	44,97 cv								
NPSH requerido	2,55 mca								
Número de motores	1 Un.								
Marca	WEG								
Tensão	Trifásico								
Tensão nominal	380 v								
Potencia comercial	40 cv								

Figura 10. Planilha de dimensionamento de pivô central.  
Fonte: Cleilton Menezes da Silva, 2024.

Certos dados da tabela são predefinidos conforme a região de aplicação do projeto, pois as variações climáticas, características do solo, índices de precipitação e relevo específicos devem ser cuidadosamente considerados ao inserir informações na planilha. Assim como, alguns dados são padrões de bandeiras de irrigação, ou seja, só a fábrica que faz o pivô tem acesso, por essa razão planilhas de dimensionamento de pivô central são restritas, disponíveis apenas para as revendas. Além disso, é essencial incluir a concessionária responsável pelo fornecimento de energia elétrica da região e tipo de energia disponível no local.

A energia utilizada no dimensionamento será de origem trifásica, pois já se encontra no local um trafo de 75 kVA com tal característica. Esse transformador desempenhará um papel crucial na escolha do conjunto de bombeamento do projeto, bem como nas características do painel do pivô.

A elevação média de sucção, medida entre a bomba e o curso d'água, é de aproximadamente um metro. No entanto, por questões de segurança, optou-se por adotar a medida de três metros, pois pode existir uma margem de erro quando se usa dados obtidos através do Google Earth Pro, por questões de variáveis como por exemplo, árvores.

No mapeamento digital, foi identificado um desnível de 38 m entre o local de bombeamento e o centro do pivô (BP) (Figura 8), em que arredondamos para 40 m. Para garantir maior precisão e abrangência de conhecimento, a coleta de dados de desnível foi realizada por drone, que determinou o desnível de 43,09 m (Figura 9). Vale ressaltar que a medição foi realizada a partir do curso d'água até o centro. Além de obter a altura de sucção, obteve-se o comprimento necessário para adutora (A), resultando em uma distância total de 530 m (Figura 8).

Ademais, o mapeamento permitiu identificar o ponto mais alto da circunferência do pivô central (CA) (Figura 6), com um perfil de elevação de 14 m, e o ponto mais baixo (CB) (Figura 7), apresentando um declive de 21 m. Os dados simplificados estão apresentados na Tabela 1:

Tabela 1. Dados obtidos de desnível e energia obtidos sobre a área escolhida através do mapeamento digital.

Fonte: autor, 2024.

<i>Energia</i>	<i>Trifásica</i>
<i>Sucção</i>	3 m
<i>Desnível (BP)</i>	40 m
<i>Adutora (A)</i>	530 m
<i>Centro ao ponto mais alto (CA)</i>	14 m
<i>Centro ao ponto mais baixo (CB)</i>	21 m

Todos os dados relativos aos desníveis e comprimentos serão de suma importância no cálculo de altura manométrica e da perda de carga do projeto. Esses cálculos, por sua vez, determinarão o diâmetro da tubulação, a pressão nominal das adutoras, o diâmetro das partes aéreas do pivô, bem como a potência necessária para o bombeamento.

Em seguida, será estabelecida uma lâmina bruta diária de  $9 \text{ mm/dia}^{-1}$ , sendo uma estimativa que leva em consideração a maior demanda hídrica requerida no período de maior necessidade de um grupo comum de plantio da região, como grãos e hortifruti, o solo, o relevo e o clima presente no local. Como também a jornada de trabalho, que será definida como 21 h/dia, considerando o horário de ponta de energia prescrito pela concessionária regional, que oferece desconto na fatura de energia aos produtores que limita a operação de 21 horas por dia, em um período de 24 horas, visto que se houver utilização da energia entre o horário de 17h até as 21h a tarifa de consumo sofrerá aumento.

Foi dimensionado quatro lances longos com diâmetro de  $6.5/8''$  e comprimento de 54,86 m, incluindo o balanço com diâmetro inferior e com comprimento de 25,45 m, além de um spray final de 7 m. Ademais a linha lateral ficou com comprimento de 245,6 m, com uma vazão de  $85,91 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$  e velocidade máxima  $280 \text{ m h}^{-1}$ . Os detalhes simplificados estão apresentados na tabela a seguir:

Tabela 2. Dados de composição do pivô central.

Fonte: autor, 2024.

<b><i>Lâmina Bruta Diária</i></b>	<b>9 mm/dia</b>
<b><i>Jornada de Trabalho</i></b>	21 horas/dia
<b><i>Lances</i></b>	4
<b><i>Diâmetro dos Lances</i></b>	6.5/8''
<b><i>Balanço</i></b>	25,45 m
<b><i>Comprimento da Tubulação</i></b>	245,6 m
<b><i>Vazão Total</i></b>	85,91 $\text{m}^3/\text{h}$
<b><i>Velocidade Máxima</i></b>	280 m/h

Visando o cálculo da altura manométrica que será em resumo, a soma dos desníveis que ocorrerá desde a sucção até o ponto mais alto da circunferência do pivô central, descrito isso a altura manométrica total (HF) do projeto será de 91mca, levando em consideração a perda de cargas ao longo da tubulação.

Para o cálculo da adutora será levado em consideração o desnível e a distância do bombeamento até o centro do pivô. Visto que foi determinado que a distância é de 530 metros

e o desnível é de 43 metros, a partir destes dados foi feito o cálculo de telescopia da adutora, visando a economia financeira do projeto. Sabendo que a velocidade de escoamento não pode ultrapassar de 2,5 m/s com intuito de evitar uma alta perda de carga e desgastes prematuros dos tubos, assim não prejudicando sua vida útil, logo foi determinado que o cano PVC de 150 mm seria o mais adequado. Dado que a altura manométrica foi de 91mca a pressão nominal (PN) da tubulação escolhida será a próxima superior à altura manométrica total do projeto, consequentemente, PN 125. Aplicando a telescopia, que será fundamentada na altura manométrica, no desnível e na distância percorrida, obtêm-se os seguintes resultados:

Tabela 3. Resultados do cálculo da telescopia.

Fonte: autor, 2024.

<i>Comprimento</i>	<b>100</b>	<b>250</b>	<b>180</b>
<i>Diâmetro</i>	PVC 150/125	PVC 150/80	PVC 150/60

Faltarão apenas o dimensionamento da motobomba, que devido a praticidade será feito através do catálogo eletrônico da IMBIL. Pelo qual é possível obter um catálogo resumido de bombas que atenderiam a necessidade do projeto inserindo dados como vazão e altura manométrica.



Figura 11. Página inicial do catálogo eletrônico da Imbil

Fonte: Imbil.

Em que se colocará os dados da vazão e pressão do projeto, no caso, 87m<sup>3</sup>/h e 91mca.

**IMBIL**  
Soluções em Bombeamento

Idioma Unidades Contato Ajuda

Versão 3.1

Seleção de Bombas

- Aplicação

- Linha

- Dimensional

Histórico das versões

Finalizar

\* Campos obrigatórios

Linha: Todas  
 Modelo: Todos  
 \* Rotação: 4 Pólos 60 Hz rpm  
 Vazão: 86.00 m<sup>3</sup>/h  
 Altura manométrica total: 86.00 mca  
 \* Peso específico: 1.00 kg/dm<sup>3</sup>  
 Temperatura do fluido: °C  
 Pressão na sucção: mca  
 NPSH disponível: mca  
 Viscosidade: cP  
 % Sólidos em suspensão: %  
 Tamanho máximo dos sólidos: mm  
 Fluido:  
 Fluido abrasivo  Fluido corrosivo

Selecionar Bombas

Figura 12. Página de colocação de dados.  
Fonte: Imbil.

E posteriormente analisar o gráfico para ver se a curva da bomba conseguirá suprir a demanda do projeto. No caso, da escolha da bomba ITAP 80 - 400/3, foi observado que será eficiente a sua utilização, visto que, a curva da necessidade do projeto se encontra dentro dos parâmetros atribuídos a bomba.

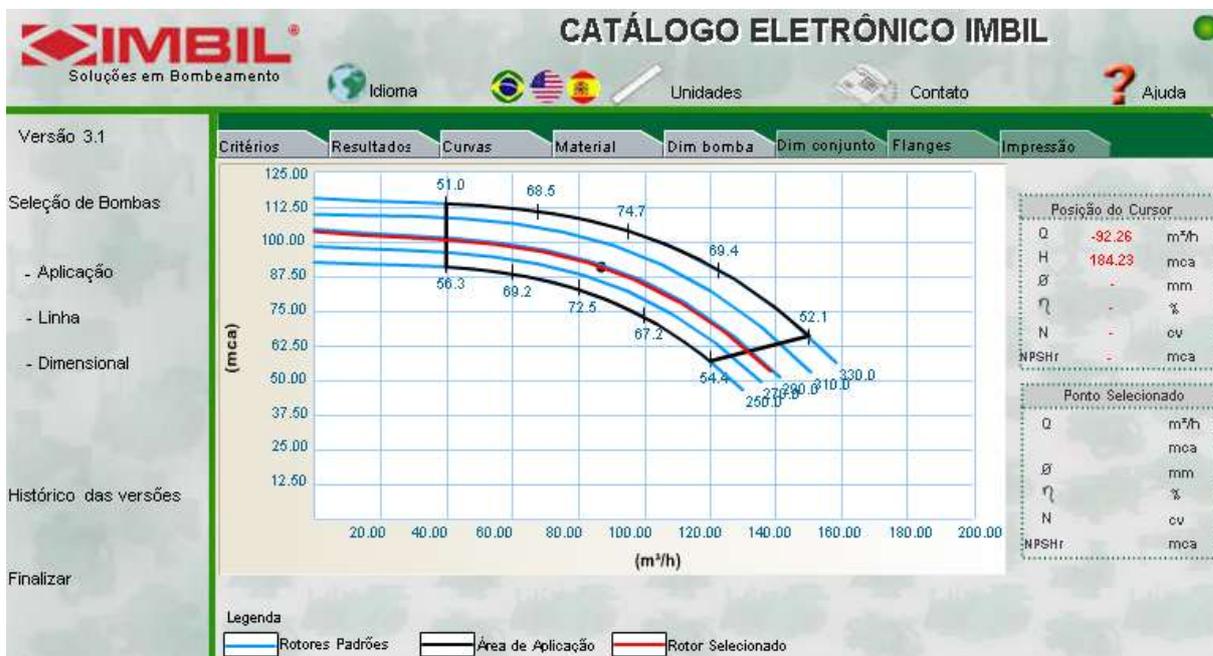


Figura 13. Curva de Vazão x Altura Manométrica.  
Fonte: Imbil.

Em síntese, o dimensionamento proposto foi finalizado com as seguintes características:

Para: IF Goiano  
Ref.: Orç. Pivô 01

PIVÔ: 1    27/10/2023  
Fazenda: Escola Agrícola  
Município: Urutai -GO

### DADOS TÉCNICOS DO PIVÔ CENTRAL

#### 1) Precipitação

Lâmina Bruta Diária 9,00 mm/dia

#### 2) Descrição e Dados Técnicos do PIVÔ

Modelo: VSL /Altura: Standard - 2,74m

Composição: 4 lances Longo 6.5/8";  
Com balanço de 25,45m, com spray final e sem canhão final

Aspersores: I Wob com tubo de descida flexível

Área circular irrigada : 20,05 hectares Giro: 360 °

Período (rele a 100%): 4,94 Horas Lâmina por percurso: 2,12 mm/volta

Vazão total 85,91 m<sup>3</sup>/h Vazão por área: 4,29 m<sup>3</sup>/ha/h

Comprim. Até ult. Torre: 220,15 m Comp. Da tubulação 245,6 m

Raio total irrigado: 252,6 m Pressão final da tubul.: 1,5 atm

Motoredutores em alta: 3 Conjunto de Pneus: 14.9x24

Dimensionamento p Bomba Inj. Fertilizantes: Sim

#### 3) Adutoras:

Trecho 1: 100 metros de PVC 150/125 **Sucção 148,4 mm 6"**

Trecho 2: 250 metros de PVC 150/80 **Lig. Press. 148,4 mm 6"**

Trecho 3: 180 metros de PVC 150/60

Trecho 4: 0 metros de

Comprimento total da adutora: **530m** Perda de carga total: **4,38 mca**

#### 4) Composição da motobomba:

##### 4.1) Calculo da altura total

Pressão no final da tubulação	15 mca
Desn. Entre CENTRO DO PIVÔ e PNT MAIS ALTO	14 m
Perda Friccional no Tubo do PIVÔ	0,94 mca
Altura dos Aspersores	3,54 m
Pressão no ponto PIVÔ (manômetro)	33,48 mca
Desnível entre MOTOBOMBA e o CENTRO DO PIVÔ	40 m
Perdas na Adutora	4,38 mca
Altura máxima de SUCÇÃO PREVISTA	3 m
Perdas LOCALIZADAS	5 mca
Altura MANOMÉTRICA TOTAL	85,85 mca
Desnível entre CENTRO DO PIVÔ e PONTO MAIS BAIXO	21 m

##### 4.2) Dados da(s) Bomba(s)

Bomba Centrífuga

IMBIL

ITAP80-400/3

Estágios: 3

Diâmetro: 285,9 mm

Pot. Eixo: 40,88 cv

NPSH disp. 5,91 mca

##### 4.3) Dados do Motor

1 Motor

WEG

Rotação: 1770 rpm

Vazão: 86 m<sup>3</sup>/h

Pressão: 86 m.c.a

Rend: 73,7 %

Pot.Max(cv): 44,97

NPSH req: 2,55

Figura 14. Ficha técnica final do dimensionamento

Fonte: Planilha eletrônica do Excel.

## LISTA DE MATERIAIS

### Sistema de pivô central

Quant.	Descrição
1	TORRE CENTRAL 6.5/8" X 2.7M
4	CONJ. TUBOS DE DESCIDA FLEXIVEL LANCE LONGO 54,86M
1	CONJ. TUBOS DE DESCIDA FLEXIVEL P/ BALANCO 25,45M
1	LANCE PIVOT LONGO INICIAL 6.5/8" X 54,86M
2	LANCE PIVOT LONGO INTERM. 6.5/8" X 54,86M
1	LANCE PIVOT LONGO FINAL 6.5/8" X 54,86M
1	CONJ. BALANCO 25,45M
1	PAINEL PRINCIPAL
2	LUMINÁRIAS SINALIZADORA
1	KIT DE ASPERSÃO TIPO I WOB C/ PESO C/ REGULADORES 10 PSI

### Sistema de captação e bombeamento

Quant.	Descrição
--------	-----------

#### Conjunto moto bomba

1	MOTOR ELET.TRIF.1750RPM 40CV
1	BOMBA CENTR.IMBIL ITAP 80-400/3
1	LUVA ELASTICA E-148
1	BASE FIXA FERRO F- 75

#### Ligação de pressão e sucção

1	CONJ.VALV.DE PE FL 6"
1	TUBO AZ FLANGE6" X 3.0M
1	CURVA AZ FL 6" X 90°
1	TUBO AZ FLANGE6" X 6.0M
1	RED.EXC.AZ FL XFL 6" X 4"
1	PEÇA AUM. AZ FLXFL 4" X 6"
1	MANOMETRO E TORNEIRA C/ESCORVA
1	CONJ. REGISTRO GAVETA FL 4" PN10
1	CURVA SAIDA AZ FL 6" X 90°
1	TUBO AZ FLANGE 6"X3,0M
2	CURVA AZ FL 6" X 60 °
1	TUBO AZ FLANGE6" X 1.0M
1	TUBO AZ FLANGE6" X 2.0M
1	CONJ.VALV. RETENCAO BY-PASS FECHAMENTO RAPIDO 6"
1	EXTREM.FLXBOLSA 6" X 150MM C/ VEDAÇÃO

Adutora

44	TUBO PVC PN80 JE 150MM X6M C/VEDACAO
32	TUBO PVC PN60 JE 150MM X6M C/VEDACAO
18	TUBO PVC PN125 JE 150MM X6M C/ VEDACAO
1	EXTREM.FLXBOLSA 6" X 150MM C/ VEDACAO

Ligação do pivot

1	CURVA AZ FL 6" X 90 °
1	TUBO AZ FLANGE 6" X 2M
1	CURVA AZ FL 6" X 60 °
1	TUBO AZ FLANGE TRANS. X 1,5M
1	CURVA TRANS. 6" X 90°

# PROJETO HIDRÁULICO AUTOCAD

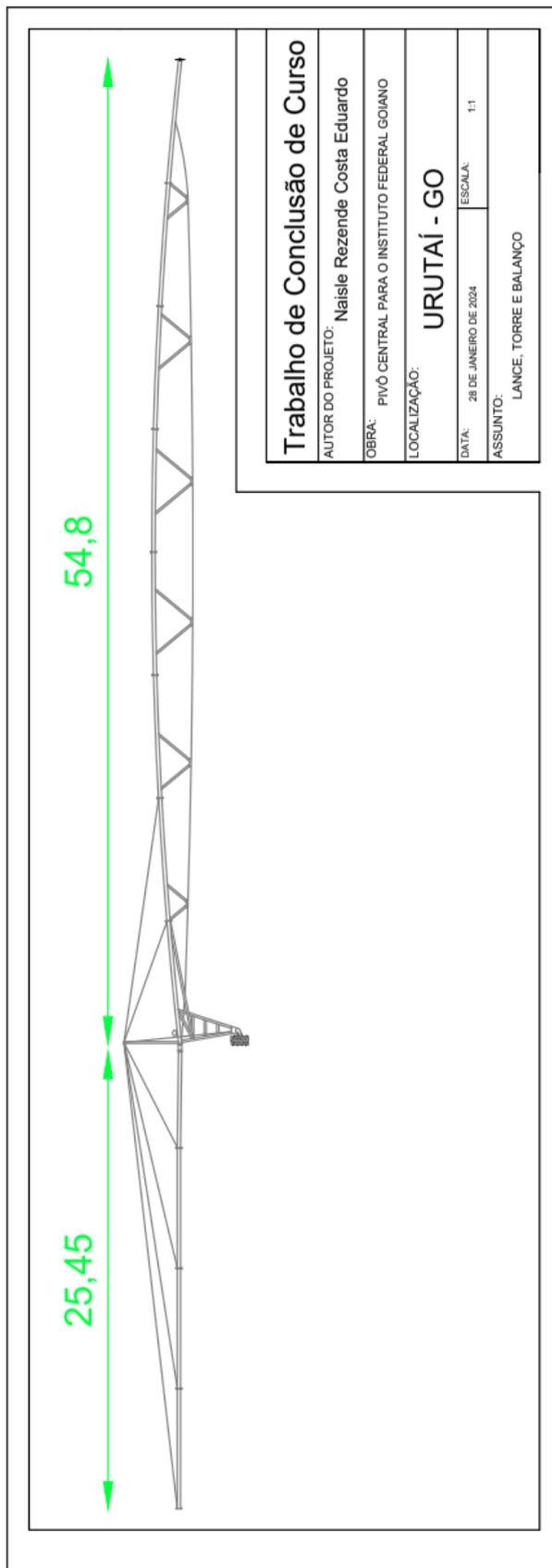


Figura 15. Recorte do último lance e balanço do pivô.  
Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

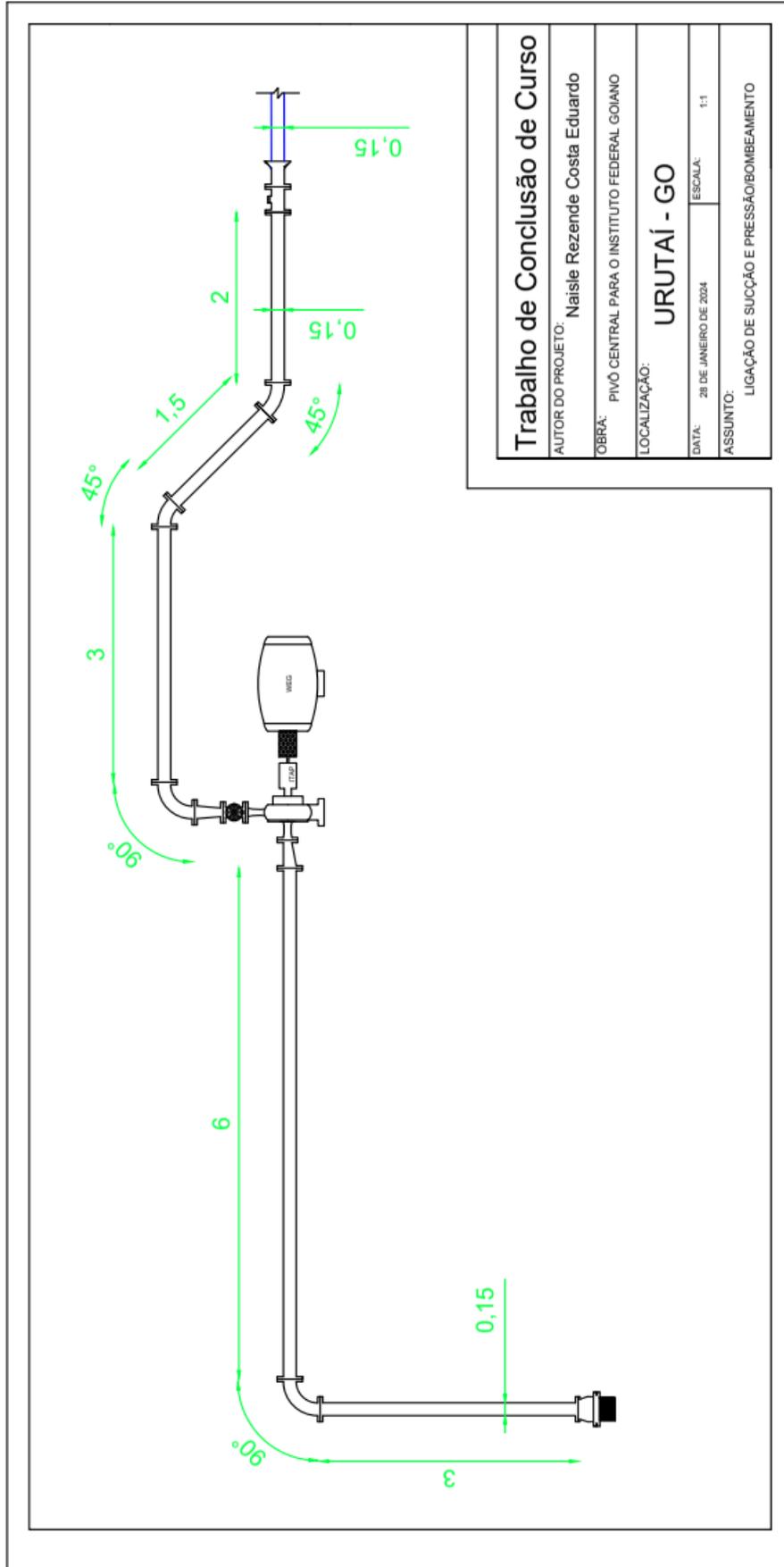


Figura 16. Recorte da ligação de pressão e sucção, e bombeamento do pivô central.  
 Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

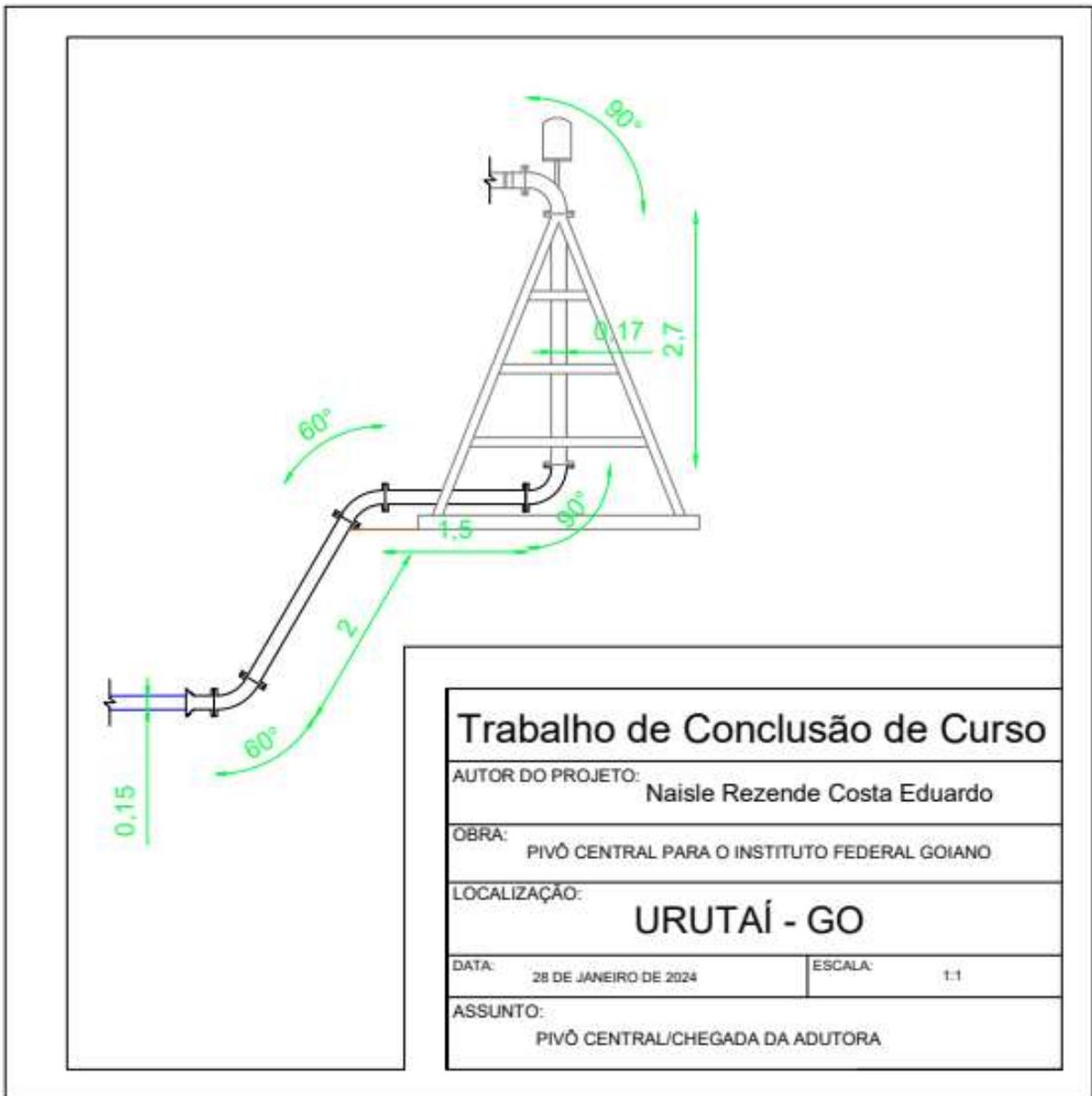


Figura 17. Pivô central e chegada da adutora.  
 Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Conclui-se que o dimensionamento realizado foi aprovado para execução, necessitando apenas de alguns ajustes com a planialtimetria da área. Portanto, a implementação de um pivô de 20 hectares torna-se completamente viável, uma vez que o dimensionamento foi realizado considerando as características do terreno, do clima regional e da demanda que esse equipamento precisará suprir.

Isso é de grande proveito tanto para o estudo da irrigação e manejo, quanto para a implementação e resposta das culturas cultivadas sob um equipamento que vem ganhando visibilidade exponencial no mercado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. Brasília, DF. 2ª ed. 7p. 2023.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **ATLAS Irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. Disponível em: <https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/storymaps/stories/a874e62f27544c6a986da1702a911c6b>. Acesso em 06 de set. 2023.

CHRISTÓFIDIS, D. Agricultura irrigada: estatísticas, conceitos e aprimoramento na prática. **Item: Irrigação e Tecnologia Moderna**, Brasília, DF, n. 105, p. 54-61, 2015.

COELHO, R. D. **Contribuição pra a irrigação pressurizada no Brasil 1989-2011**. 2007. 192 f. Tese (Livre Docência) -Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

DEUTERONÔMIO. Bíblia Vitural, 2023. Disponível em: [https://www.bibliaon.com/versiculo/deuteronomio\\_11\\_10/](https://www.bibliaon.com/versiculo/deuteronomio_11_10/). Acesso em: 29, dezembro.

ESPINOZA, W.; AZEVEDO, L. G.; JÚNIOR, M. J.; **O clima da região dos cerrados em relação à agricultura**. Planaltina – DF, p. 5, 1982.

FRIZZONE, J. A; REZENDE, R.; CAMARGO, A. P.; COLOMBO, A. **Irrigação por aspersão Sistema Pivô Central**. Maringá, EDUEM, 2018. 61-64 p.

FRIZZONE, J. A; REZENDE, R.; CAMARGO, A. P.; COLOMBO, A. **Irrigação por aspersão Sistema Pivô Central**. Maringá, EDUEM, 2018. 79 p.

GUIMARÃES, D. P.; LANDAU, E. C. **Georreferenciamento dos pivôs centrais de irrigação no Brasil: ano base 2020**. Sete Lagoas, Embrapa Milho e Sorgo, p. 14, 2020.

IF Goiano. **Estrutura Física** - Urutaí. Disponível em: <https://www.ifgoiano.edu.br/home/index.php/estrutura-fisica-urutai.html>. Acesso em: 16/01/2024.

IF Goiano. **Mapa do Campus Urutaí** - Urutaí. Disponível em: <https://www.ifgoiano.edu.br/home/index.php/mapadocampusurutai.htm>. Acesso em: 16/01/2024.

MARTIN, D.; KINCAD, D. C.; LYLE, W. M. Desing and operation of prinkler systems. In HOFFMAN, G. J. et al. **Desing and operation of farm irrigation systems**. St. Joseph ASABE, 2007. Cap. 16, p. 557-631.