

**INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CÂMPUS URUTAÍ**  
**BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**IRRIGAÇÃO DE JARDINS: AEROLEVANTAMENTO COMO FONTE  
DE DADOS TOPOGRÁFICOS**

**LARISSA LEICE JERÔNIMO**

**URUTAÍ – GO**  
**Fevereiro de 2024**

## **LARISSA LEICE JERÔNIMO**

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:** Victor Tomaz de Oliveira

URUTAÍ – GO  
Fevereiro de 2024



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

Documentos 23/2024 - DE-UR/CMPURT/IFGOIANO

**BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA /COORDENAÇÃO DE TRABALHO DE CURSO**

**IRRIGAÇÃO DE JARDINS: AEROLEVANTAMENTO COMO FONTE DE DADOS TOPOGRÁFICOS**

LARISSA LEICE JERÔNIMO

Trabalho de curso apresentado ao curso de Engenharia Agrícola do Instituto Federal Goiano – Câmpus 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. Victor Tomaz de Oliveira.

Orientador

---

Prof. Dr. Marcus Vinicius Mendes dos Santos

Examinador

---

Prof. Dr. Leandro Caixeta Salomão

Examinador

Documento assinado eletronicamente por:

- Marcus Vinicius Mendes dos Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 26/02/2024 20:26:17.
- Leandro Caixeta Salomao, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 25/02/2024 18:13:25.
- Victor Tomaz de Oliveira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 23/02/2024 19:58:33.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 23/02/2024. 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: 575805

Código de Autenticação: ff79da1e0d



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Urutaí

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

(64) 3465-1900

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

JJ56i Jerônimo, Larissa Leice  
Irrigação de Jardins: Aerolevanteamento como fonte  
de dados topográficos / Larissa Leice Jerônimo;  
orientador Victor Tomaz de Oliveira Oliveira. --  
Urutaí, 2024.  
19 p.

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

1. Veículo aéreo não tripulado. 2.  
Aerofotogrametria. I. Oliveira, Victor Tomaz de  
Oliveira, orient. II. Título.



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

## 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 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

### Identificação da Produção Técnico-Científica (assinale com X)

- Tese
- Dissertação
- Monografia – Especialização
- Artigo - Especialização
- TCC - Graduação
- Artigo Científico
- Capítulo de Livro
- Livro
- Trabalho Apresentado em Evento
- Produção técnica. Qual: \_\_\_\_\_

Nome Completo do Autor: **LARISSA LEICE JERÔNIMO**

Matrícula: 2017101200640154

Título do Trabalho: **IRRIGAÇÃO DE JARDINS: AEROLEVANTAMENTO COMO FONTE DE DADOS TOPOGRÁFICOS**

### Restrições de Acesso ao Documento [Preenchimento obrigatório]

Documento      confidencial:       Não       Sim,      justifique:

---

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 28/03/2024

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:

1. 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;
2. Obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, 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;
3. Cumpru 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.

Cidade, 27 de fevereiro de 2024

Nome do Autor

*Assinado eletronicamente pelo o Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais*

Ciente e de acordo:

Nome do(a) orientador(a)

*Assinatura eletrônica do(a) orientador(a)*

Documento assinado eletronicamente por:

- Larissa Leice Jerônimo, 2017101200640154 - Discente, em 27/02/2024 11:46:53.
- Victor Tomaz de Oliveira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 27/02/2024 11:40:44.

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: 576927  
Código de Autenticação: 2656a965e5



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Urutaí

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

(64) 3465-1900



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

Ata nº 28/2024 - DE-UR/CMPURT/IFGOIANO

BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA – CAMPUS URUTAÍ

COORDENAÇÃO DE TRABALHO DE CURSO

ATA DE DEFESA DO TRABALHO DE CURSO

Ata dos Trabalhos da Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso (TC) do estudante **Larissa Leice Jerônimo**, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Urutaí (IF Goiano/Urutaí). Integraram a banca o Prof. Dr. Victor Tomaz de Oliveira (Orientador), o Prof. Dr. Marcus Vinicius Mendes dos Santos, e o Prof. Dr. Leandro Caixeta Salomão. Aos 23 (vinte e três) dias do mês de fevereiro de 2024 às treze horas realizou-se a apresentação pública do TC pelo estudante por videoconferência. O orientador abriu a sessão agradecendo a participação dos membros da Banca Examinadora. Em seguida convidou o estudante para que fizesse a exposição do trabalho intitulado: “IRRIGAÇÃO DE JARDINS: AEROLEVANTAMENTO COMO FONTE DE DADOS TOPOGRÁFICOS”. Finalizada a apresentação, cada membro da Banca Examinadora realizou a arguição sobre o trabalho do estudante. Dando continuidade aos trabalhos, o orientador solicitou da Banca Examinadora uma deliberação sobre o TC do candidato. Terminada a deliberação, o orientador leu a ata dos trabalhos, tendo declarado APROVADO o TCC do estudante, tendo a nota (média) 10,00 atribuída ao trabalho desenvolvido e apresentado. Em seguida, deu por encerrada a solenidade, da qual eu, Victor Tomaz de Oliveira, presidente da banca, lavrei a presente ata que vai assinada por mim e pelos demais membros da Banca Examinadora.

Atenciosamente,

Urutaí, 23 de fevereiro de 2024.

Orientador: Prof. Dr. Victor Tomaz de Oliveira

Examinador: Prof. Dr. Marcus Vinicius Mendes dos Santos

Examinador: Prof. Dr. Leandro Caixeta Salomão



Documento assinado eletronicamente por:

- Marcus Vinicius Mendes dos Santos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 26/02/2024 20:02:14.
- Leandro Caixeta Salomao, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 25/02/2024 18:12:37.
- Victor Tomaz de Oliveira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 23/02/2024 20:06:12.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 23/02/2024. 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: 575809

Código de Autenticação: 9619d0d27d



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Urutaí

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

(64) 3465-1900

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho a Deus, o maior orientador da minha vida. Ele nunca me abandonou nos momentos de necessidade. Agradeço pela benção de poder viver e por estar comigo em todos os momentos. Devo a Ele tudo o que sou.

Aos meus pais, que me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência enquanto eu me dedicava à realização deste trabalho. Sua grande força foi a mola propulsora que permitiu o meu avanço, mesmo durante os momentos mais difíceis. Agradeço do fundo do meu coração.

Ao meu noivo, que não me deixou desistir e me incentivou a prosseguir mesmo com as dificuldades e me lembrando que no final valeria a pena todo esforço, e o quanto é gratificante concluir essa fase tão importante. Esta é uma das muitas conquistas ao seu lado. Sou grata por sua compreensão e presença, meu amor.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço as minhas irmãs pelo apoio incondicional em todos os momentos difíceis da minha trajetória acadêmica. Grata pelo incentivo e pela torcida calorosa para me ver crescer profissionalmente.

Ao meu orientador Prof. Victor Tomaz, e também aos meus professores, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional.

A coordenadora Rute, por toda atenção e apoio emocional dado ao longo dos últimos anos. O seu incentivo me ajudou a ter forças para permanecer focada nos meus objetivos pessoais e profissionais.

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo utilizar imagens obtidas por drone como fonte de dados topográficos que auxiliem no planejamento e confecção de projetos de irrigação de uma área urbanizada (praça) para fins de paisagismo, bem como analisar se é possível obter bons resultados utilizando este meio. Para tanto, foi utilizado como método de coleta de dados o aerolevanteamento a partir de um plano de voo pré-determinado, e os produtos topográficos oferecidos a partir da sua execução e processamento. Os resultados apresentaram uma área de aproximadamente 1.231 m<sup>2</sup> de área irrigável de jardim, com declividade máxima de 1,5%. O uso desses métodos proporcionou economia de tempo e precisão esperada para esse tipo de projeto.

**Palavras-chave:** Irrigação de jardins; Veículo Aéreo Não Tripulado; Aerofotogrametria.

## ABSTRACT

The present work aims to use images obtained by drone as a source of topographic data that assist in the planning and creation of irrigation projects in an urbanized area (square) for landscaping purposes, as well as analyzing whether it is possible to obtain good results using this method. . To this end, aerial surveying was used as a data collection method based on a pre-determined flight plan, and topographic products were offered based on its execution and processing. The results showed an area of approximately 1,231 m<sup>2</sup> of irrigable garden area, with a maximum slope of 1.5%. The use of these methods provided the time savings and accuracy expected for this type of project.

**Keywords:** Garden irrigation; Unmanned aerial vehicle; Aerial photogrammetry.

## LISTAS DE FIGURAS

Figura 1- Mapa de localização da área de estudo.....	14
Figura 2- Drone DJI Mavic Pro.....	15
Figura 3- Delimitação do perímetro de voo.....	16
Figura 4- Capturas de tela do software DroneDeploy em momento de planejamento de voo...17	
Figura 5- Captura de tela pós-processamento das imagens no WebODM.....	18
Figura 6- Exemplos de visualização 3D da área de estudo.....	18
Figura 7- Imagem in loco.....	19
Figura 8- Imagem in loco.....	19
Figura 9- Área irrigável.....	20
Figura 10- Modelo Digital de Terreno.....	21

## SUMÁRIO

RESUMO.....	6
ABSTRACT.....	7
LISTA DE FIGURAS.....	8
1. INTRODUÇÃO.....	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	14
3.2 DRONE UTILIZADO.....	14
3.3 PLANEJAMENTO DE VOO.....	15
3.4 PROCESSAMENTO DAS IMAGENS.....	17
3.5 INTERPRETAÇÃO POR MEIO DO SOFTWARE SIG.....	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	21
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22

## 1. INTRODUÇÃO

Hoje, para garantir concorrência e manutenção dos serviços e/ou produtos de qualquer área, inclusive o de paisagismo, faz-se obrigatório a utilização de métodos que garantam eficácia, rapidez e qualidade. No mercado agrícola não é diferente, haja vista o desenvolvimento e implementação de novas tecnologias por meio do incremento de grandes montas de recurso financeiro nesse campo. Assim como acontece na agricultura, as atividades ligadas ao paisagismo também fazem uso de métodos e ferramentas avançadas para mapeamento, e o uso de drones tem se tornado comum e se mostrado como um método vantajoso, especialmente no que diz respeito à irrigação, mapeamento e controle de pragas (Martello, 2017).

O paisagismo, apesar de parecer um assunto simples, possui suas complexidades que exigem planejamento científico garantindo eficácia na execução e no produto final oferecido. Para além de um serviço estético, que traz benefícios ao bem-estar, também é essencial para a manutenção de uma paisagem, garantindo manutenção de fauna, de temperatura, de conservação, de sustentabilidade entre inúmeros outros fatores. Para executá-lo é possível optar por várias práticas diferentes, a depender da extensão, local, propósito do ambiente etc. Dentre as diversas praticas, há que se destacar a necessidade de obtenção de dados topográficos necessários para o planejamento e projeto do paisagismo. Apesar de bastante eficiente, é possível que a topografia convencional exija tempo e recursos que podem encarecer o projeto. Nesse sentido, faz-se mister que outros métodos sejam testados afim de alcançar resultados igualmente confiáveis e eficientes.

Um método que vem sendo amplamente aplicado para diversos fins topográficos é o aerolevanteamento por meio de drones para fins fotogramétricos. Segundo Pegoraro et. al. (2013), a aerofotogrametria é um aglomerado de procedimentos executados com a intenção de se captar uma representação de porção da superfície terrestre desde fotografias aéreas (ou aerofotografias) mediante o auxílio de uma câmera fotográfica estabilizada de maneira vertical em relação ao solo. Vale dizer que, as aerofotografias são feitas pelos veículos aéreos, podendo destacar aviões, helicópteros e Aeronave Remotamente Pilotada.

No Brasil, os drones têm se mostrado benéficos instrumentos para dimensionamento de áreas, já que suas imagens oportunizam gerar mapas topográficos e modelos para nivelamento e drenagem, medição da altura das plantas e condições gerais das áreas avaliadas (Mesquita, 2014).

Dessa forma, e com foco nessas novas possibilidades tecnológicas, este trabalho tem por objetivo utilizar imagens obtidas por drone como fonte de dados topográficos que auxiliem no planejamento e confecção de projetos de irrigação de uma área urbanizada (praça) para fins de paisagismo.



## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O paisagismo e a jardinagem, para além de finalidades estéticas de ambientes, apresenta considerável importância e contribuição para qualidade de vida das pessoas, sobretudo quando é destinada para elaboração de espaços verdes em áreas urbanas e rurais. Trata-se, como explica Araújo (2014), de uma atividade antiga, já que é praticada desde o momento que o homem domesticou as plantas, a cerca de 10 mil anos atrás. Hoje, após o uso descomedido da natureza, também para ambas as áreas, tornou-se obrigatório a adoção de métodos sustentáveis, que abarquem os quesitos essenciais: ambiente, social e econômico. Por conta disso, como explicam Evaristo e Camilato (2019), o Paisagismo vem sendo compreendido como um projeto de reelaboração da estética da natureza, oferecendo paisagens e ambientes aconchegantes e, principalmente, com espaços otimizados.

Não é novidade que a feitura de jardins traz benefícios para um mundo melhor, Schinz (1988), por exemplo, considera a jardinagem como uma maneira apurada para se manipular a natureza, que contribuiu para uma perspectiva de futuro de ambiente equilibrado. Lira Filho (2001) corrobora essa informação ao explicar que a jardinagem e paisagismo oferecerem influências benéficas na vida em comunidade, especialmente ao que se refere a cooperação dessa área para com o equilíbrio do ecossistema, através da melhora do ar, do controle de temperatura, do visual repousante, da diminuição dos ruídos, do equilíbrio pluviométrico, entre inúmeros outros. Portanto, assim como se investe na agricultura, também se faz necessário investir nessa área, especialmente ao que diz respeito aos avanços tecnológicos dos métodos utilizados.

A jardinagem, nessa perspectiva atual de sustentabilidade, exige uma abordagem holística para as alternativas de formas e materiais a serem usados, delineando o espaço e reinterpretando o mundo das plantas em geral, frutíferas, ornamentais e nativas. Para Teixeira (2007), ao construir uma relação nova com o meio ambiente se está também contribuindo para pensar na utilização de novas técnicas que objetivem a consonância entre o trabalho agrícola e/ou afins e a conservação das florestas, viés práticas que diminuam o definhamento dos recursos naturais colaborando para a manutenção da flora e da fauna.

Para isso, deve-se optar por métodos eficazes e que sejam menos prejudiciais ao ambiente, desde o planejamento até à execução e manutenção. Um exemplo pode ser o uso de drones para mapeamentos e controles, por se caracterizar uma atividade com menor impacto por sua atuação aérea, evitando contato físico direto. Os drones são definidos pela ANAC (2019), como pequenas aeronaves rádio controladas e compradas em lojas de departamento. Já a Associação Brasileira de Aeromodelismo (ABA) define os drones como “um veículo capaz de voar na atmosfera, fora do efeito de solo, que foi projetado ou modificado para não receber um piloto humano e que é operado por controle remoto ou autônomo”. De acordo com Rasi (2008), os drones apresentam mais de um modelo de aeronave, que podem ser autônomas, semiautônomas ou remotamente operadas. Os materiais mais

leves usados na sua produção são resultados dos avanços tecnológicos computacionais, dos desenvolvimentos de software mais complexos, dos sistemas globais de navegação mais apurados, dos links de dados mais avançados e dos sensores mais sofisticados, que têm elevado o interesse desses aparelhos em muitas áreas para além da agricultura.

Como narra Shiratsuchi (2014, p. 2), “parece até coisa de ficção científica saída das telas do cinema. E era bem isso algum tempo atrás. Hoje, porém, deixou de ser fantasia, mas manteve o caráter científico, com uma nova dimensão prática”. Estudos fotogramétricos de drones têm sido um apoio extraordinário, pois fornecem dados num espaço de tempo menor, apresentam um custo relativamente menor do que um levantamento topográfico tradicional, além de fornecer produtos geoespaciais de alta precisão e conteúdo. O melhor, os veículos aéreos não tripulados são uma aposta clara para o meio ambiente, pois não emitem CO<sub>2</sub> na atmosfera, o que faz delas uma das ferramentas mais promissoras no cumprimento do desafio de produzir com eficiência e sustentabilidade.

Com base no que explica Shiratsuchi (2014), os drones, então, podem ser proficuas ferramentas para mapeamento de áreas foco do paisagismo e da jardinagem também, contribuindo no planejamento e na tomada de decisão de todas as etapas do projeto, inclusive para melhor pensar estrategicamente em como o local vai ser mantido, sobretudo ao que diz respeito a irrigação.

No Brasil, de acordo com Jorge (2001), os drones começaram a ser utilizados ainda na década de 80, pelo Centro Tecnológico Aeroespacial (CTA), num projeto com propósitos militares, intitulado Acauã. No mesmo período, o drone foi usado também na agricultura através do projeto ARARA (Aeronave de Reconhecimento Assistida por Rádio e Autônoma), que propositava ficar no lugar das aeronaves convencionais, que faziam o recolhimento de fotografias aéreas e de monitoramento de áreas agrícolas e de áreas propensas a problemas ambientais.

Medeiros (2007) também descreve sobre as classificações dos drones, que normalmente são feitas levando em consideração a sua categoria funcional e o seu sistema de reconhecimento ou monitoramento. Sua diferenciação também leva em conta a estrutura física do modelo, como o modelo da asa, que pode ser fixa ou rotativa. A mais utilizada, segundo autor, é do modelo de asa rotativa, que se assemelha a um helicóptero, por ter uma plataforma aérea com eletrônica rebuscada que admite carregar sistemas de capturas de imagens diferentes. Além do mais, permite que voos de alta estabilidade sejam realizados num tempo operacional mais reduzido. Destarte, o seu tamanho pequeno oferece mais facilidade na operação, baixo custo operacional e segurança.

Force (2016) explica que para projetos na área da agricultura e geral, normalmente é usado o aeromotor com asa delta, em razão do seu tamanho menor, pois é o que menos que apresenta problema relacionados a operação para usuários novos, já que usa asa cria uma sustentação para o voo e o seu moto no estilo hélice na parte de trás que dá impulso para frente; entretanto são mais suscetíveis a ventos fortes.

Por apresentar condições edafoclimáticas e investimentos privados e públicos no que diz respeito a pesquisa, tecnologia e estrutura, o Brasil tem se destacado na produção agrícola e áreas afins, inclusive na jardinagem, principalmente ao que envolve produção frutífera. Essa produtividade alta é resultado, sobretudo, de questões econômicas, já que é a maior fonte de produção de renda do país, sendo assim a expansão das áreas de produção foi inevitável. Novamente, visando adequar as questões sustentáveis, é que se faz necessário em qualquer área de produção o planejamento adequado da irrigação do local (Araújo, 2014).

Sendo assim, antes de implementar o projeto, é preciso detectar todas as características do local que será utilizado na produção para que as melhores decisões sejam colocadas em prática (Tremper, 2015). Como dito, as imagens de drones são um dos métodos mais ágeis e eficazes atualmente para se decidir, por exemplo, sobre qual será o método para irrigar o local. Portanto, a decisão sobre qual método para aguar um local depende, antes, de um projeto analítico do local que opte por um dispositivo que procure alçar melhorias para o desenvolvimentos das plantas, além de oferecer conforto e versatilidade ao usuário (Lira Filho, 2001). Necessário, também, que esse sistema apresente meios sustentáveis que possam ser utilizados, independente de agentes externos (Teixeira, 2007).

É importante pensar sempre nesse quesito como um dos primordiais para o desenvolvimento de qualquer plantação. Como Teixeira (2001) explica, a irrigação é uma prática usada para elevar a produtividade das lavouras, todavia torna-se preciso o tratamento certo da irrigação para o emprego da quantidade que é necessária de água às plantas no tempo certo. Se houver falta desse controle de irrigação, o produtor pode desenvolver uma irrigação elevada ou diminuída, o que pode comprometer a produção; além de ocasionar outros problemas, como o desperdício de energia e de água. Portanto, um sistema de irrigação certo pode promover a utilização de água com eficiência, diminuindo os custos de produção e elevando o retorno dos investimentos.

É preciso esclarecer aqui que a irrigação agrícola e de jardins são destoantes, já que as necessidade hídricas de cada plantação e o espaço onde são cultivadas são diferentes. Comumente, como Tremper (2015), os sistemas de jardins podem ser mais simples, acoplados diretamente a torneiras e sistemas a baterias que interrope e ligam a irrigação automaticamente. Isso traz grandes vantagens, pois além de não demandar o uso de eletricidade e computadores, contribuiu para o uso racional da água, “podendo-se controlar a frequência e a lâmina de irrigação com mais flexibilidade, otimizando-se o uso de energia, por exemplo, programando-se o funcionamento dos sistemas fora dos horários de pico, quando o custo da energia é menor” (Tremper, 2015, p. 13).

O tipo de irrigação, como dito, é decidido em conformidade com a função do paisagismo e das necessidades do local a ser projetado. Felizmente, com os avanços de equipamentos, é possível se

pensar em inúmeras alternativas para o projeto de irrigação, que é decidido em consonância com o tamanho do jardim, do tipo de vegetação e da disponibilidade de água.

Na agricultura, assim como no paisagismo, podemos utilizar de técnicas de sensoriamento remoto para obter dados importantes. Essas técnicas permitem a obtenção de imagens e outros tipos de dados da superfície terrestre, que podem ser colhidas de maneira distante, através do registro da energia refletida ou emitida, isto é, através de espectros eletromagnéticos que identificam diferenças na refletância, relacionadas à densidade da cobertura vegetal. Em resumo, “Ela identifica a intensidade com que cada material, seja um tipo de solo, de rocha ou de vegetação, reflete a radiação eletromagnética em diferentes comprimentos de onda do espectro” (Brandão *et. al.*, 2008).

As informações da refletância são associadas aos aspectos das plantas como o índice da área foliar, da biomassa ou da fração radiativa que intercepta fotossinteticamente. Atzberger (2013) explica que as propriedades da refletância de cada fração do espectro eletromagnético, na agricultura, são melhores analisadas por meio da associação matemáticas de destoantes bandas espectrais. Essas mudanças são resultados das medidas da atividade da vegetação usada, sobretudo, nas faixas do visível e infravermelho próximo e são chamadas de índices de vegetação (IVs).

Em resumo, o sensoriamento remoto para funcionar depende de três elementos essenciais: (1) objeto/área a ser observada; (2) radiação eletromagnética (REM), isto é, ondas ou partículas que se movem na velocidade da luz; e (3) sensor, responsável por medir a intensidade da radiação. Na agricultura, os IVs são elaborados somente com o apoio do nível espectral da vegetação.

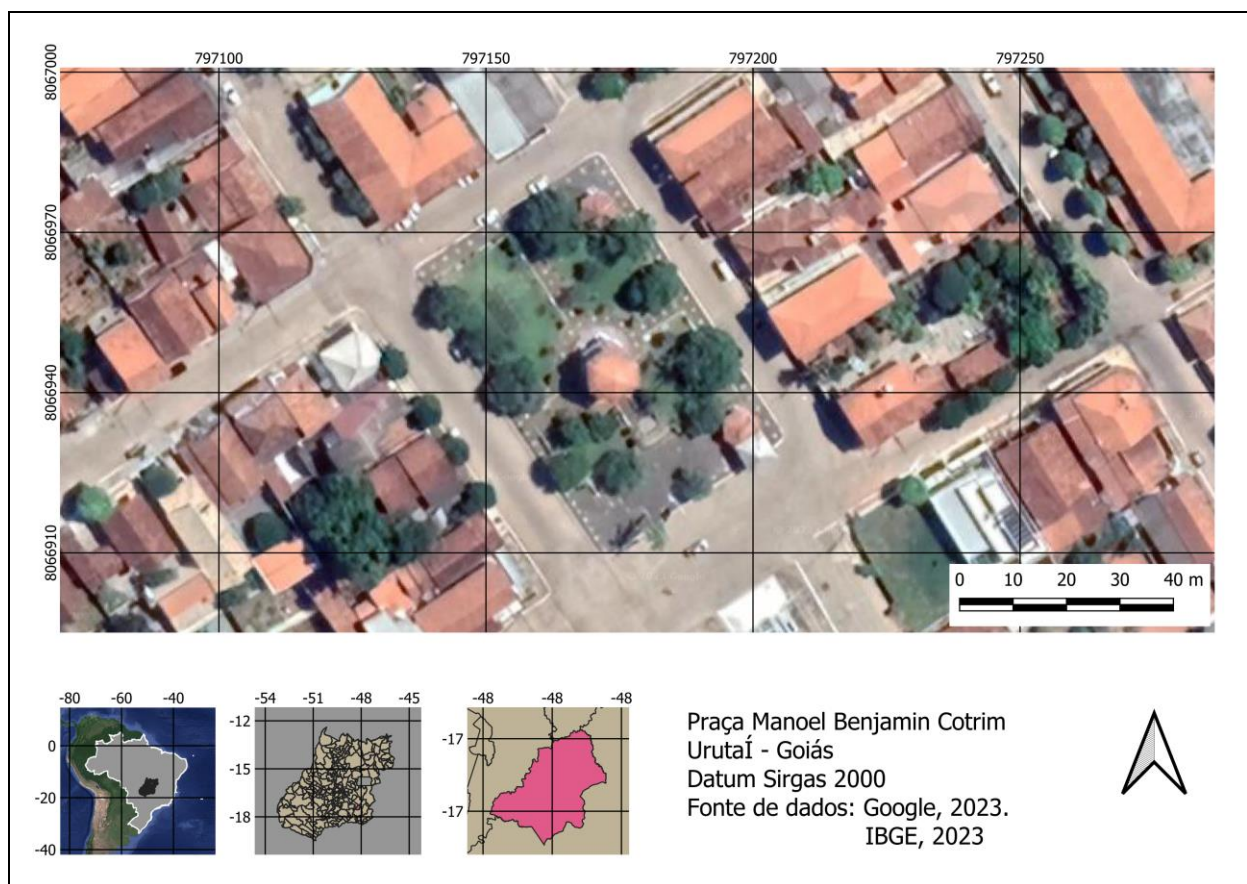
Diante do que foi supracitado, podemos afirmar que os drones vêm mostrando na prática o quanto trazem resultados benéficos para áreas agrícolas e afins, daí a razão de mantê-las largamente utilizadas, uma vez que oportunizam um avanço na precisão das operações e no gerenciamento de variações de locomoção em campo.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Segundo Oliveira *et al.* (2020), o uso de drones precisa seguir algumas etapas, como: planejamento de voo; voo com sobreposição; captura das imagens georreferenciadas; processamento de imagens; criação de mosaicos e interpretação de uma ferramenta GIS. Assim, a partir da seleção da área de estudo, essas etapas foram adaptadas e executadas.

#### 3.1 Area de estudo.

As imagens foram coletadas na cidade de Urutai – Goiás, na Praça Manoel Benjamin Cotrim (Figura 01), localizada no setor central da cidade. As coordenadas centrais da área de estudo são de Latitude:  $17^{\circ}27'46''$ S e Longitude:  $48^{\circ}12'13''$ O, referenciadas ao Datum Sirgas 2000.



**Figura 1** Mapa de localização da área de estudo.  
Fonte: O autor, 2023.

#### 3.2 Drone utilizado.

Para o presente trabalho utilizou-se o Drone DJI Mavic Pro (Figura 2). Essa aeronave possui sensores de obstáculo frontal e inferior, o que pode evitar possíveis intercorrências acidentais. Sua velocidade máxima é de 65 km/h, uma bateria de 3830 mAh, e possui uma distância de controle de

7.000 metros. As direções e posições são determinadas por meio de dados GPS, havendo comunicação com celulares ou tablets.

A câmera (sensor) do drone utilizado tem 12MP, com resolução 4K, e sua taxa de atualização da tela é de 30FPS, 1080p FullHD. Quando a câmera está em funcionamento em 1080p sua taxa de atualização da tela muda para 96FPS e em HD sua taxa muda para 120FPS. O formato de fotos é gerado em JPEG/DNG. Possui resolução de transmissão OcuSync 720p, estabilização Gimbal de 3 eixos e seu armazenamento é em Micro SD.



**Figura 2 Drone DJI Mavic Pro**

**Fonte: O autor, 2023.**

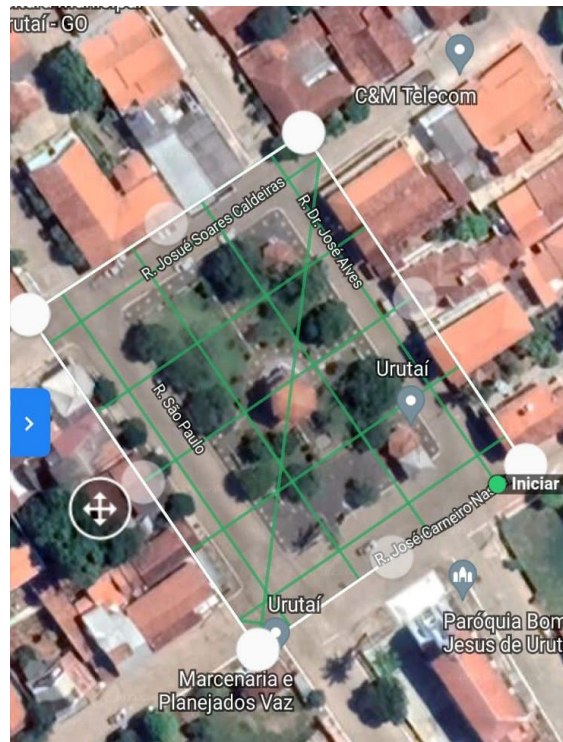
### 3.3 Planejamento de voo.

O software utilizado para o plano de voo foi o DroneDeploy. Este software, apesar de proprietário, pode ser usado gratuitamente, entretanto, restringe opções avançadas para uso grátis. Trata-se de um aplicativo completo, com ferramentas de automação capazes de realizar o planejamento, execução de vôos e o processamento de dados e disponibiliza aos seus usuários duas formas para seus projetos. A primeira é por aplicativo, disponíveis para os sistemas Android e iOS, e a segunda é no próprio site da empresa. Esse formato híbrido é possível por meio de uma atualização automática quando conectado à internet. Para, além disso, o DroneDeploy é o único aplicativo de vôo que fornece mapas offline instantâneos, sem horas de processamento, usando a tecnologia Live Map.

A partir da delimitação do perímetro da área a ser mapeada (Figura 3), as linhas de voo foram traçadas (linhas verdes). Nesse caso, optamos por realizar um voo com “padrão cruzado 3D”. Esse processo aumenta bastante o número de fotos e informações geradas, o que significa mais referências



para o software gerar o modelo 3D e como consequência um mapa com uma qualidade final muito mais alta. Além disso, o perímetro 3D também foi optado nesse levantamento, pois assim nos possibilita uma melhor visualização do perímetro com mais detalhes definidos.

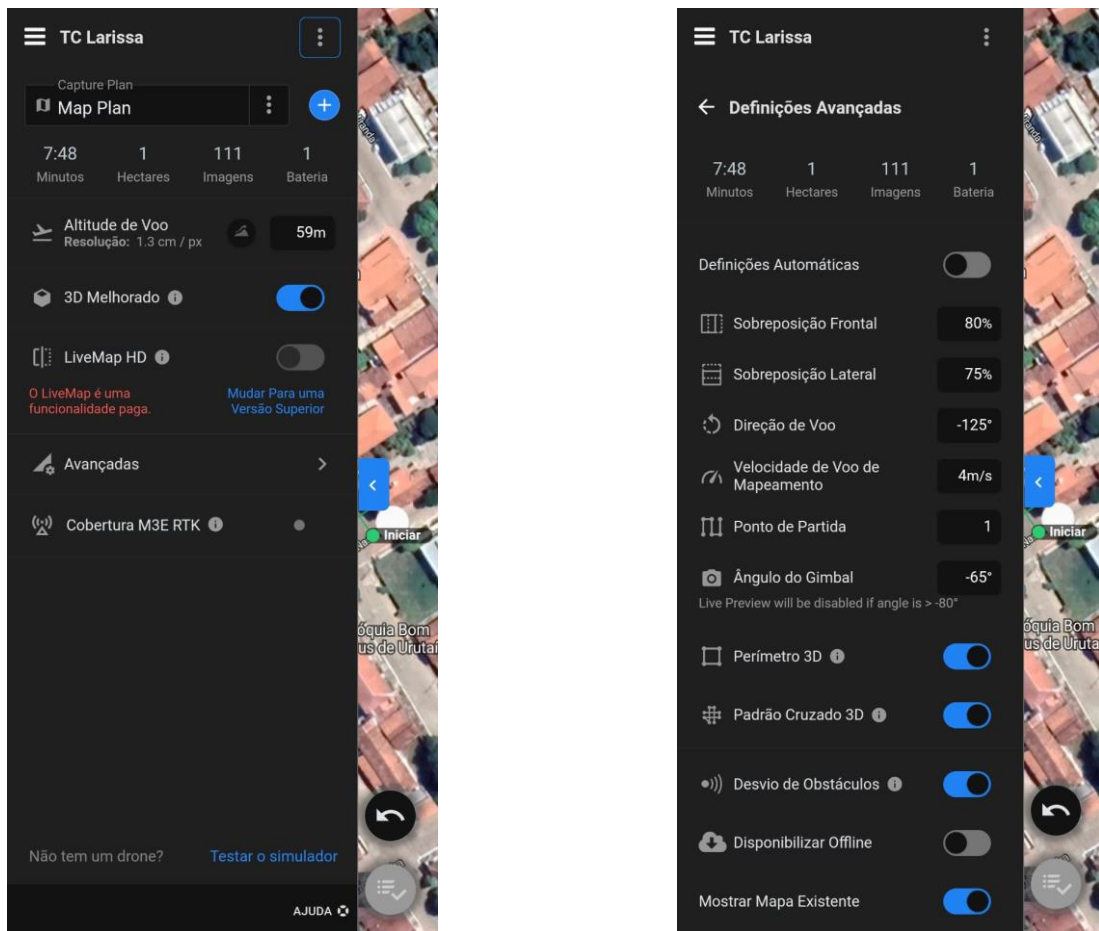


**Figura 3 Delimitação do perímetro de voo.**  
**Fonte: O autor, 2023.**

As próximas variáveis que foram decididas são a altura do voo (59 metros), a velocidade do voo (4m/s) e o padrão de sobreposição das imagens. Aqui, definimos uma sobreposição frontal de 80% e sobreposição lateral de 75%. Segundo (PIX4D, 2015b) Cada ponto comum encontrado em uma imagem é chamado de ponto-chave. Quando dois pontos-chave em imagens diferentes são os mesmos, passam a ser denominados de pontos-chave correspondentes. Cada grupo de pontos-chave adequadamente combinados gerará um ponto 3D. Quando há alta sobreposição entre duas imagens, a área comum capturada é maior e mais pontos-chave podem ser combinados. Quanto mais pontos-chave existem, mais precisamente os pontos 3D podem ser computados. Portanto, a regra principal é manter alta sobreposição entre as imagens. No mínimo o plano de vôo deve prever uma sobreposição longitudinal de 70% e lateral de 60%, no entanto cada situação demandará um ajuste específico. Já a direção do voo ( $-125^\circ$ ) foi definida para que as linhas de vôo encontrassem o vento predominantemente lateral.

As características citadas acima, em conjunto com as características do sensor embarcado no drone, definiram um voo de aproximadamente 8 minutos, com previsão de um total de 111 imagens, e

resolução de 1,3 cm por pixel. Aqui, o pixel pode ser entendido como o menor elemento no solo de uma imagem (Figura 4)



**Figura** Erro! Nenhum texto com o estilo especificado foi encontrado no documento. **4 Capturas de tela do software DroneDeploy em momento de planejamento de voo.**

**Fonte: O autor, 2023.**

### 3.4 Processamento das imagens

Após o voo feito é necessário processar as imagens, para obter todo o potencial das imagens captadas pelo drone no voo de mapeamento, é preciso utilizar um software de processamento de imagens. É ele o responsável por interpretar e unir as imagens georreferenciadas, gerar ortomosaico, curvas de nível, Modelo Digital de Terreno (MDT) e Modelo Digital de Superfície (MDS), Nuvem de Pontos entre outros.

Para o processamento das imagens utilizou-se o software WebODM. Trata-se de um software com uma interface web amigável do OpenDroneMap (ODM), de código aberto, como um motor de processamento de imagens de drone, criação de nuvem de pontos, modelos 3D e ortofotos.

### 3.5 Interpretação por meio do software SIG

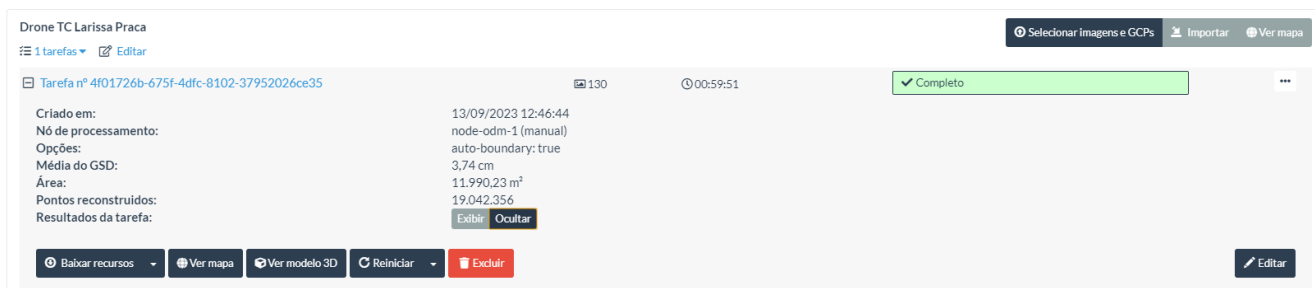


O SIG facilita a manipulação e análise de dados espaciais. Esse sistema é relativamente novo, iniciado na década de 1970 e se refere a todos os aspectos do gerenciamento e uso de dados geográficos digitais, como dados vetoriais e raster, que são usados em um software de SIG. Aqui, utilizamos o software QGis para gerar as linhas vetoriais e quantificar as áreas consideradas irrigáveis.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

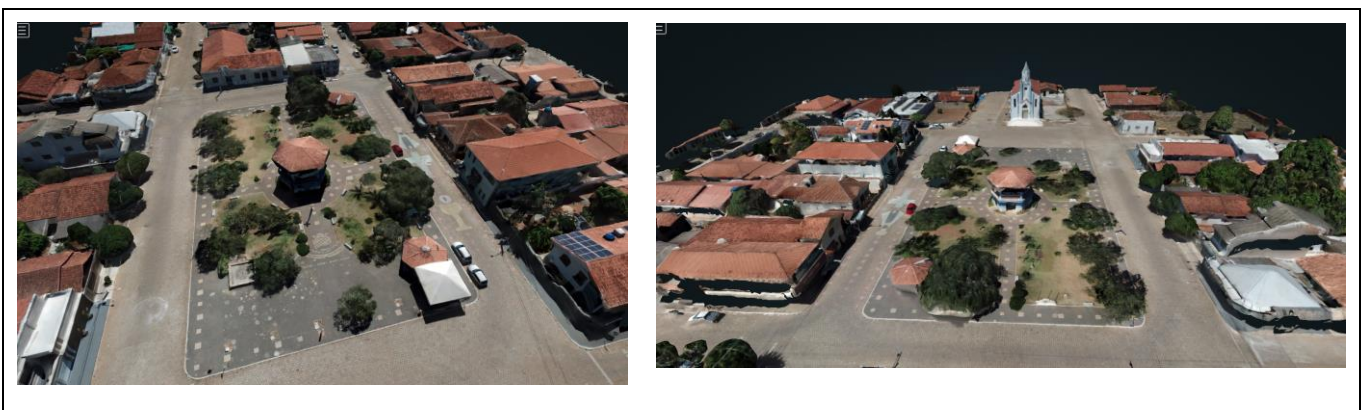
A coleta de dados na área de estudo ocorreu no dia 13 de setembro de 2023, o horário escolhido para a captura das imagens foi próximo ao meio dia, pois nesse horário as sombras não prejudicam os sensores na captura de imagens. Nesse horário o céu estava claro e com poucas nuvens.

Após processamento, o quantitativo de imagens utilizadas na geração dos produtos topográficos foram de 130, e a resolução espacial alterada para 3,74 cm/pixel. A área levantada foi de aproximadamente 1,2 hectares. (Figura 5).



**Figura 5** Captura de tela do pós-processamento das imagens no WebODM.

O processo computacional de geração dos produtos durou aproximadamente 60 minutos. A configuração padrão do software WebODM gera 6 produtos principais, sendo: ortofoto (ortomosaico), Modelo Digital de Superfície (MDS), Modelo Digital de Terreno (MDT), Nuvem de Pontos, Índices de Vegetação e relatório de processamento. Para efeito do presente trabalho, foram aproveitados o MDS, MDT e a Ortofoto. Para fins de visualização, o modo de visualização 3D também foi consultado (Figura 6).



**Figura 6** Exemplos de visualização 3D da área de estudo.

Fonte: O autor, 2023.

A utilização de modelos 3D é crucial, já que permite aperfeiçoar a visualização e detalhe do processo e dá suporte quer ao planejamento quer à coordenação de atividades. Além disso, está disponível para todos os intervenientes no processo. Os modelos 3D em projetos permite ainda acrescentar informação ao que é visível, permitindo visualizar aspetos não visíveis em obras de reabilitação e remodelação da irrigação de uma área, como também fazer um projeto de uma área que ainda não foi irrigada. Dá-se, deste modo, um passo na direção da realidade aumentada na visualização e gestão do projeto.

De forma aplicada, o modelo 3D permitiu que pudéssemos mapear as áreas irrigáveis da praça com maior precisão, considerando que a ortofoto gerada não permite a visualização de vértices que estejam sob obstáculos, a exemplo de árvores ou telhados. Entretanto, ainda assim optou-se por registrar fotos *in loco* para obter uma melhor visualização geral do local de estudo (Figura 7 e 8).



**Figura 7 Imagem in loco**

**Fonte: O autor, 2023.**

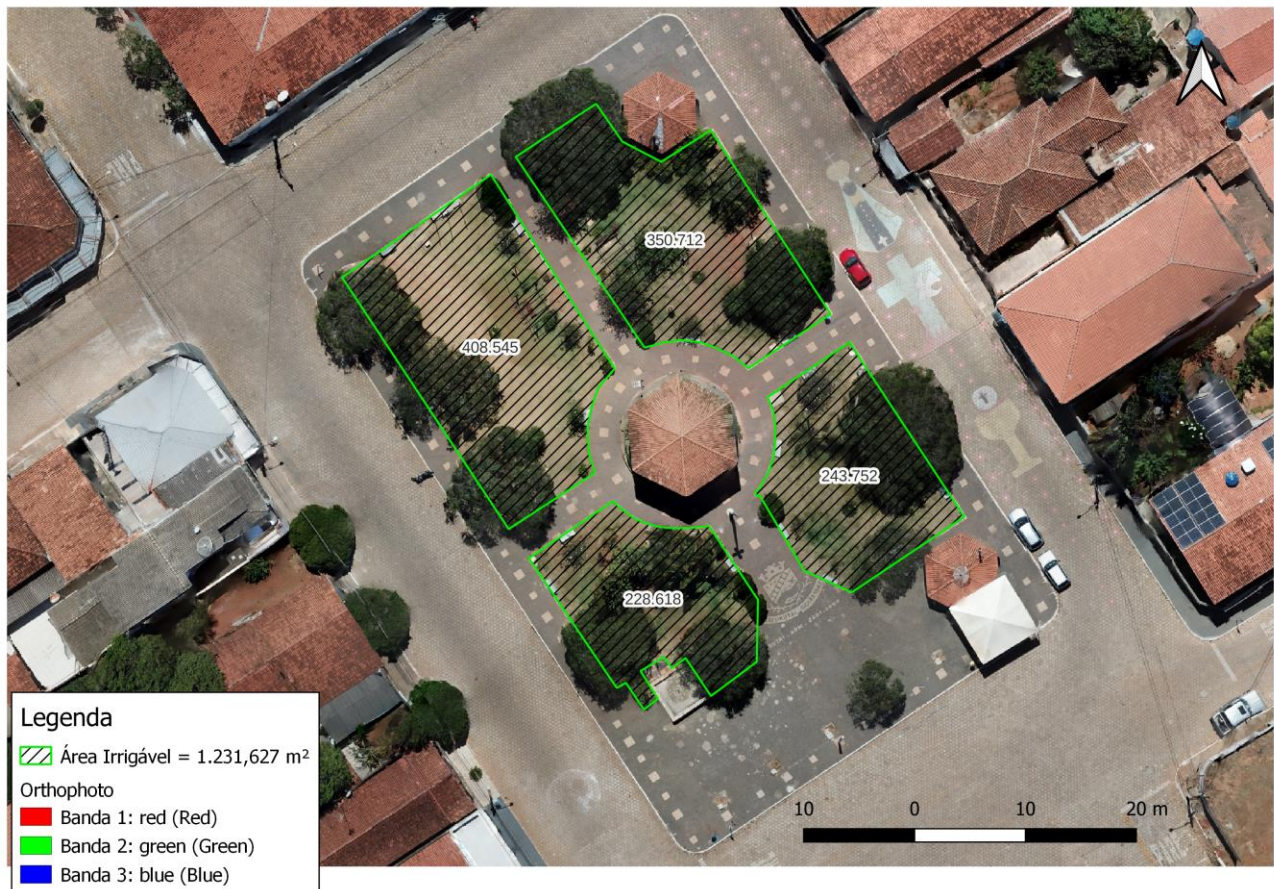


**Figura 8 Imagem in loco**

**Fonte: O autor, 2023.**



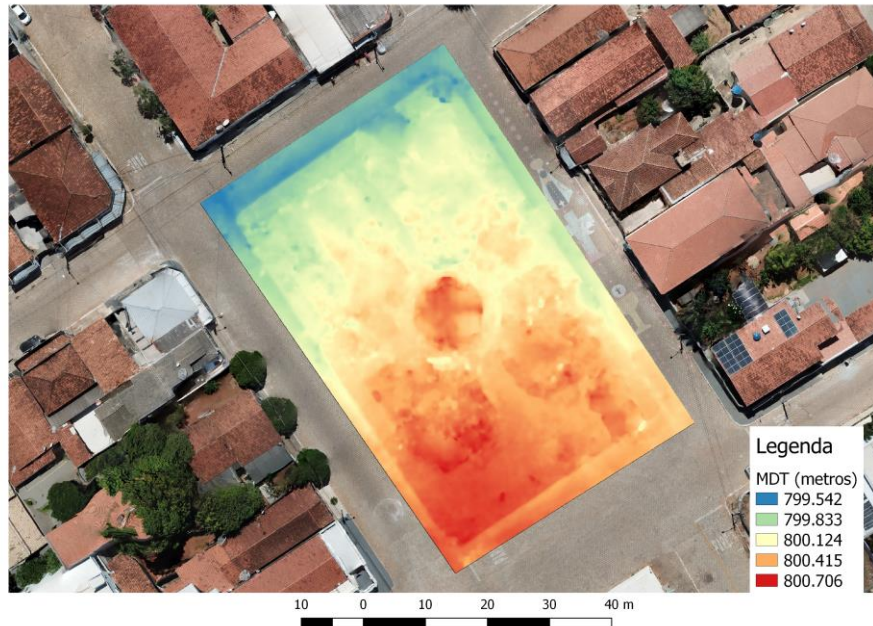
Assim, o uso da visualização em diversas direções (3D), associadas às fotos originais tomadas no momento do voo, e também obtidas *in loco*, permitiram quantificar de forma bastante precisa a área de interesse (figura 9).



**Figura 9 Área irrigável**

**Fonte: O autor, 2023.**

De forma complementar, o uso do drone possibilitou gerar o Modelo Digital de Terreno (MDT). A área de estudo possui uma cota máxima de 800,71 m e uma cota mínima de 799,54 m. Esses dados, além das distancias obtidas pela ortofoto, permitiram inferir que a declividade máxima da área de estudo é de 1,5 % (Figura 10).



**Figura 10 Modelo Digital de Terreno**  
**Fonte: O autor, 2023.**

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação de um método de aplicação de drones no aerolevante topográfico da praça proporcionou resultados precisos e confiáveis para a confecção e desenvolvimento de projetos de irrigação em jardins. Para além disso, podemos inferir que houve economia de tempo e melhoria na qualidade dos dados, mesmo necessitando de imagens térreas obtidas por câmera comum. Sendo assim, consideramos ser possível e viável a utilização de drones para fins de projeto de irrigação em local ainda não irrigado, pois com a ajuda dos drones pode-se obter um projeto mais amplo e detalhado.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, Roberto. **Grandes temas do paisagismo: história e estilos de jardins**. São Paulo: Editora Europa, 2014.

ATZBERGER, C. Advances in remote sensing of agriculture: context description, existing operational monitoring systems and major information needs. **Remote Sensing**, v. 5, n. 2, p. 949-981, 2013. Disponível em: <https://doaj.org/article/198c80ddb5a14be49afd635d29940c7c>. Acesso em: 14 set. 2023.

BERNARDI, Alberto C. de Campos; INAMASU, Ricardo Ynamasu. **Adoção da Agricultura de Precisão no Brasil**. Brasília: Embrapa, 2014.

BRANDÃO, Z. N.; BEZERRA, M. V. C.; FREIRE, E. C.; SILVA, B. B. Agricultura de precisão para gerenciamento do algodão. In: AZEVÊDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. M. **O agronegócio do algodão no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. Disponível em: <https://livraria.funep.org.br/product/o-agronegocio-do-algodao-no-brasil-vol-1/>. Acesso em: 14 set. 2023.

EVARISTO, Angela Vitória Firmino; CAMILATO, Leandro. Revitalização de jardim com técnicas de paisagismo sustentável. In: IV FEIRA DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO, TECNOLÓGICO E CULTURAL DO CAPARAÓ. **Anais...** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Campus Ibatiba, Ibatiba, 2019. p. 119-125. Disponível em: [https://ibatiba.ifes.edu.br/images/stories/Anais\\_IV\\_FECITEC\\_2019\\_-\\_versao\\_6.pdf#page=125](https://ibatiba.ifes.edu.br/images/stories/Anais_IV_FECITEC_2019_-_versao_6.pdf#page=125). Acesso em: 15 maio 2023.

FIGUEIREDO, Evandro Orfanó; FIGUEIREDO, Symone Maria de Melo. Planos de Voo Semiautônomos para Fotogrametria com Aeronaves Remotamente Pilotadas de Classe 3. **Circular Técnica**: Rio Branco, AC novembro, 2018. p. 20. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/187874/1/26750.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2023.

FORCE. **Drones na Agricultura: tudo sobre a tecnologia que está mudando o setor**. Porto Alegre: Floresta & Agricultura, 2016. Disponível em: <https://www.pixforce.com.br/post/drones-na-agricultura-tudo-sobre-a-tecnologia-que-est%C3%A1-mudando-o-setor>. Acesso em: 01 ago. 2023.

JORGE, Lúcio André de Castro; INAMASU, Ricardo Ynamasu. **Uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) em Agricultura de Precisão**. Brasília: Embrapa, 2014. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/114264/1/CAP-8.pdf>. Acesso em: 01 ago. 2023.

LIRA FILHO, José. Antonio. **Paisagismo: princípios básicos**. Viçosa: Editora aprenda Fácil, 2001.

MEDEIROS, Fabricio Ardaís. **Desenvolvimento de um veículo aéreo não tripulado para aplicação em agricultura de precisão**. 2007. 102 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7584>. Acesso em: 01 ago. 2023.

NERIS, Luciano de Oliveira. **Um piloto automático para as aeronaves do projeto ARARA**. 2001. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Computação) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2001. Disponível em <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/55/55134/tde-12092002-130939/pt-br.php>. Acesso em: 01 ago. 2023.

OLIVEIRA, Altacis Junior de; SILVA, Gustavo Ferreira da; SILVA, Givanildo Rodrigues da; SANTOS, Andressa Alves Cabreira dos; CALDEIRA, Daniela Soares Alves; VILARINHO, Marcella Karoline Cardoso; BARELLI, Marco Antonio Aparecido; OLIVEIRA, Taniele Carvalho de. Potencialidades da utilização de drones na agricultura de precisão. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 9, p. 64140-64149, sep. 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/15976/13095>. Acesso em: 01 ago. 2023.

RASI, José Roberto. **Desenvolvimento de um veículo aéreo não tripulado para aplicação em pulverização agrícola**. 2008. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Rural) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008. Disponível em <https://docplayer.com.br/66079-Desenvolvimento-de-um-veiculo-aereo-nao-tripulado-para-aplicacao-em-pulverizacao-agricola.html>. Acesso em: 01 ago. 2023.

SCHINZ, Marina. **O mundo dos jardins**. Rio de Janeiro: Salamandra Consultoria Editorial, 1988.

SHIRATSUCHI, L. S.hozo; BRANDÃO, Z. N.; VICENTE, L. E.duardo; VICTORIA, D. de Castro; DUCATI, J. R.; OLIVEIRA, R. P.a de; VILELA, M. de F. Sensoriamento Remoto: conceitos básicos e aplicações na Agricultura de Precisão. In: BERNARDI, A. C. de C.; NAIME, J. de M.; RESENDE, Á. V. de; BASSOI, L. H.; INAMASU, R. Y. (Org.). **Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar**. Brasília: Embrapa, 2014. p. 58-73. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1002959/agricultura-de-precisao-resultados-de-um-novo-olhar>. Acesso em: 14 set. 2023.

SHIRATSUCHI, Luciano Shozo. O avanço dos drones. **Revista DBO**, v. 33, n. 403, p. 20-25, mai., 2014. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1003261>. Acesso em: 15 maio 2023.

TEIXEIRA, Antonio. Educação ambiental: caminho para a sustentabilidade. **Revista brasileira de educação ambiental**, Brasília, n. 2, v.:il., 134 p., fev. 2007. Disponível em: [http://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/revbea\\_n\\_2.pdf](http://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/revbea_n_2.pdf). Acesso em: 15 maio 2023.

TEIXEIRA, Camilo L. de Andrade. Seleção de Sistema de Irrigação. **Ministério da agricultura pecuária e abastecimento**, circular técnica, 14, Sete Lagoas – MG, dez. de 2001. Disponível em: [http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/milho/circular\\_14-0selecao\\_do\\_sistema\\_de\\_irrigacao.pdf](http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/milho/circular_14-0selecao_do_sistema_de_irrigacao.pdf). Acesso em: Acesso em: 15 maio 2023.

TREMPER, Dirce Primo. Irrigação em Paisagismo. 2015. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/151009/001007531.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 15 maio 2023.