

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA
CAMPUS PRINCESA ISABEL
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL DE MUNICÍPIOS

JANAINA LEITE BATISTA

UTILIZAÇÃO DE ARP PARA IMPLANTAÇÃO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA
COMUNIDADE BARRA DOS RAMOS, MUNICÍPIO DE JURU-PB.

PRINCESA ISABEL-PB

2019

JANAINA LEITE BATISTA

UTILIZAÇÃO DE ARP PARA IMPLANTAÇÃO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA
COMUNIDADE BARRA DOS RAMOS, MUNICÍPIO DE JURU-PB

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - Campus Princesa Isabel, como requisito parcial necessário para obtenção do Grau de Especialista em Gestão Ambiental de Municípios. Orientador: Prof^o. Me. Erickson Melo de Albuquerque.

PRINCESA ISABEL-PB

2019

Batista, Janaina Leite.
B333u Utilização de ARP para implantação de abastecimento de água na comunidade Barra dos Ramos, município de Juru-PB / Janaina Leite Batista. – 2022.
32 f : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão Ambiental de Municípios) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Princesa Isabel, 2022.

Orientador(a): Prof. Me. Erickson Melo de Albuquerque.

1. Abastecimento de água. 2. ARP. 3. Reservatório de água. 4. Recursos hídricos. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba. II. Título.

IFPB/PI CDU 556

Catálogo na Publicação elaborada pela Seção de Processamento Técnico da Biblioteca Professor José Eduardo Nunes do Nascimento, do IFPB Campus Princesa Isabel.

JANAINA LEITE BATISTA

UTILIZAÇÃO DE ARP PARA IMPLANTAÇÃO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA
COMUNIDADE BARRA DOS RAMOS, MUNICÍPIO DE JURU-PB.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - Campus Princesa Isabel, como requisito parcial necessário para obtenção do Grau de Especialista em Gestão Ambiental de Municípios.

Aprovado em, 31 de outubro de 2019.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Me. Erickson Melo de Albuquerque - IFPB Princesa Isabel
Orientador (a)

Prof. Me. Artur Moises Gonçalves Lourenço
1º Examinador

Profa. Dra. Ana Virgínia Moura Ramos
2ª Examinadora

PRINCESA ISABEL-PB

2019

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sistema de Abastecimento de Água.	15
Figura 2 - Delimitação do perímetro.	20
Figura 3 – DroneDeploy	Erro! Indicador não definido.
Figura 4 - Constituição dos pontos de controle.	22
Figura 5 - ARP, modelo Phantom 4.	24
Figura 6 - Correção dos pontos de controle.	25
Figura 7 – Ortofoto.	26
Figura 8 - Locais da câmera e estimativa de erro	27
Figura 9 - Pontos de controle.	28
Figura 10 - Modelo digital de superfície (MDS).	29
Figura 11 - Modelo de Digital de Elevação (MDE) e Curvas de Nível.	30
Figura 12 - Localização do reservatório.	30

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Dados iniciais.	26
Tabela 2 – Dados iniciais.	27
Tabela 3 - Erro de precisão das coordenadas lidas do ortomosaico dos pontos de controle.	28

SUMÁRIO

Introdução	13
1. Fundamentação Teórica	14
1.1 Sistema de Abastecimento de Água	14
1.2 Critérios hidrogeológicos: viabilidade técnica para a perfuração de poços tubular	15
1.3 Fotogrametria com o auxílio de ARP	18
2. Material, área de estudo e percurso metodológico	19
2.1 Área de estudo	19
2.2 Percurso metodológico	21
3. Resultados e discussão	25
4. Conclusões	31
Referências	32

UTILIZAÇÃO DE ARP PARA IMPLANTAÇÃO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA COMUNIDADE BARRA DOS RAMOS MUNICÍPIO DE JURU - PB.

USE OF ARP TO IMPLEMENT WATER SUPPLY IN THE BARRA DOS RAMOS COMMUNITY MUNICIPALITY OF JURU - PB.

Janaina Leite Batista

Erickson Melo de Albuquerque

RESUMO

A água é um recurso natural essencial para vida, foi vital na história de desenvolvimento das populações, até nos dias que correm. Segundo o Instituto Trata Brasil aproximadamente 35 milhões de brasileiros não possui acesso ao serviço de abastecimento de água, aponta também que em 2016, 1 em cada 7 mulheres brasileiras não desfrutava desse bem, no caso dos homens, 1 em cada 6 e as crianças e adolescentes um percentual de 14,3%, ainda assim em, 22 municípios nas 100 maiores cidades brasileiras possuem 100% da população atendida com água potável. No entanto, esse bem se torna escasso em incontáveis regiões do país, a vista disso a inserção de projetos a partir de estudos que identificam alternativas adequadas para cada região, de acordo com os recursos naturais disponíveis, é indispensável. Diante do exposto a Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) criou o programa de Sistema Público de Abastecimento de Água, para auxiliar os municípios com população de até 50.0000 habitantes, mediante a portaria interministerial MPOG/MF/CGU N° 507 de 24/11/2011, que tem como intuito proporcionar soluções adequadas de abastecimento de água para garantir água potável aos habitantes, reduzir a morbimortalidade, principalmente a infantil, em razão das doenças entéricas de veiculação hídrica. O trabalho foi realizado na comunidade Barra dos Ramos, localizada na zona rural, no município de Juru – PB. Com o objetivo da locação do reservatório através da geração de ortomosaico, com o auxílio das ferramentas, como Google Earth , DroneDeploy, GPS RTK, ARP e agisoft photoscan.

Palavras-chave: Abastecimento de água. ARP. MDS.

ABSTRACT

Water is an essential natural resource for life, it was vital in the history of population development, even today. According to the Brazil Brazil Institute, approximately 35 million Brazilians do not have access to the water supply service. Also in 2016, 1 in 7 Brazilian women do not enjoy this water, in any case of men, 1 in 6 and children and adolescents. 14.3%, still, 22 municipalities in the 100 largest Brazilian cities have 100% of the population served with drinking water. However, this good becomes scarce in countless regions of the country, and so it is possible to insert projects from studies that identify alternative alternatives for each region, according to the available natural resources, is indispensable. In view of the above, the National Health Foundation (FUNASA) created the Public Water Supply System program for assisting municipalities with a population of up to 50,000 inhabitants, using an interministerial MPG / MF / CGU of door no. 507 of 11/24/2011. , which aims to provide water supply solutions to ensure safe drinking water for inhabitants, reduce morbidity and mortality, especially in children, due to waterborne enteric diseases. The work was carried out in the Barra dos Ramos community, located in the rural area, in the municipality of Juru - PB. With the objective of locating the orthomotor generation reservoir, with the aid of tools such as Google Earth, DroneDeploy, GPS RTK, ARP and agisoft photoscan.

KEYWORDS: Water supply. UAV. MDS.

Introdução

A água trata-se do recurso natural mais importante do planeta, foi essencial desde a formação das sociedades. A busca por áreas de abundância em recursos naturais faz parte do caráter humano desde aproximadamente 5.000 A.C, no período Neolítico, em que o homem após esgotá-los se mudavam à procura de outra área. A partir disso desenvolveu-se a agricultura, que, por sua vez, exigia terras férteis, e as mesmas eram proporcionadas nas proximidades dos rios. Dessa forma nota-se que desde muito cedo o homem buscava habitar em regiões próximas de fonte e qualidade de vida.

Logo, com o passar dos anos e com a formação das vilas e cidade essa cultura foi deixada para trás, e os povos se enraizaram em seus territórios, muitos deles longe de qualquer artifício necessário para viver bem. Há muitas décadas a região Nordeste do Brasil sofre com a escassez de água, um drama socioeconômico vivenciado em vários municípios, sobretudo no sertão do Estado, nas áreas rurais.

A ausência da qualidade dos recursos hídricos gera um agravante quadro de morbimortalidade e epidemiológico, doenças entéricas, como diarreia, estão cada vez mais presentes.

A maioria dos problemas sanitários que afetam a população mundial estão intrinsecamente relacionados com o meio ambiente. Um exemplo disso é a diarreia que, com mais de quatro bilhões de casos por ano, é uma das doenças que mais aflige a humanidade (causa de 30% das mortes de crianças com menos de um ano de idade). Entre as causas dessa doença destacam-se as condições inadequadas de saneamento. (GUIMARÃES, CARVALHO E SILVA, 2007).

A partir disso e outras justificativas foi fundamental a criação de sistemas de melhoria, investindo em implantação e/ou ampliação de sistemas de abastecimento de água, é uma maneira eficaz para a diminuição desses índices e garantir melhor qualidade de vida.

Dessa forma, percebe-se a necessidade de implantação de um sistema de abastecimento de água em todas as regiões afetadas. E na comunidade do Sítio Ramos, no município de Juru- PB não foi divergente. O município está localizado no

sertão do estado da Paraíba, tem aproximadamente 9.826 habitantes, sendo 4.359 na zona urbana e 5.467 habitantes zona rural (IBGE, 2011). De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (2017) o consumo de água per capita no estado da Paraíba foi de 116,3 l/hab.dia, enquanto no município de Juru, a população que é atendida pela rede de abastecimento de água consumida no mesmo ano cerca de 122,3 l/hab.dia (PMSB-FUNETEC-PB, 2019), superando o consumo diário recomendado pela Organização Mundial da Saúde – OMS, que é de 110,0 l/hab.dia (SNIS, 2017).

A empresa responsável pelos serviços de abastecimento d'água no município ocorre de forma distinta para a zona urbana e zona rural, na primeira é realizada pela CAGEPA através de concessão pública e a segunda de responsabilidade da Prefeitura, por sistemas de abastecimento d'água distintos.

Ademais, as análises em campo são indispensáveis para o processo, em que acarreta na escolha do parâmetro mais adequado para definição de um sistema que possa garantir resultados satisfatórios.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi a utilização de uma ARP (Aeronave Remotamente Pilotada) para locação de um reservatório de água que constitui parte do processo de implantação de um sistema de abastecimento de água na comunidade rural do município de Juru-PB.

1. Fundamentação Teórica

1.1 Sistema de Abastecimento de Água

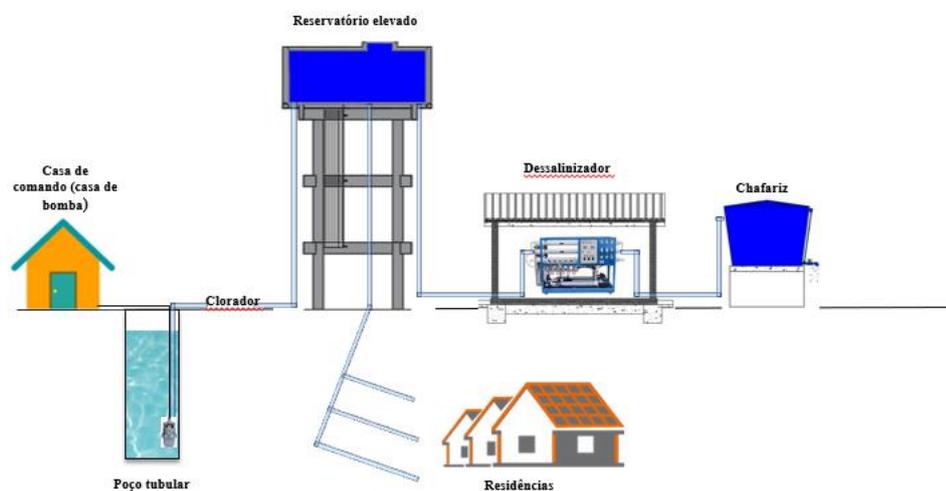
O Sistema de Abastecimento de Água representa o "conjunto de obras, equipamentos e serviços destinados ao abastecimento de água potável de uma comunidade para fins de consumo doméstico, serviços públicos, consumo industrial e outros usos". Isto é, um sistema que possui processos, como a captação, adução, tratamento da água, armazenamento e distribuição (BARROS et al. 1995).

Segundo Barros et al. (1995) essencialmente um sistema de abastecimento possui os seguintes processos:

- a) **Captação:** Processo em que a água é captada pode ser por meio de mananciais superficiais como rios, barragens, entre outros ou subterrâneos por poços;
- b) **Adução:** Processo em que a água é captada nos mananciais e é bombeada até as ETAs (Estações de Tratamento de Água) para que possa iniciar o tratamento adequado;
- c) **Tratamento:** O tratamento da água é realizado através de alguns procedimentos químicos e físicos, a partir disso a água bruta torna-se potável;
- d) **Armazenamento:** Após o tratamento adequado, a água é bombeada até os reservatórios, assim estará disponível para a distribuição;
- e) **Distribuição:** A última etapa do processo, neste momento a água está pronta para ser distribuída ao consumidor.

A Figura 1 mostra um modelo de um sistema de abastecimento de água.

Figura 1 – Sistema de Abastecimento de Água.



Fonte: Elaborado pela autora.

1.2 Critérios hidrogeológicos: viabilidade técnica para a perfuração de poços tubular

Na última década houve um notável incremento na exploração de água subterrânea no país. Atualmente, avalia-se em 70.000 o número de poços tubulares

ativos, fornecendo água para os diversos usos, principalmente para abastecimento público. Centenas de núcleos urbanos são hoje abastecidos exclusivamente por água subterrânea, destacando-se cidades importantes como São Luiz, Teresina, Natal, Maceió e Ribeirão Preto, entre outros (ABAS, 2019).

Numerosos centros urbanos e pólos agroindustriais contam com sistemas mistos de abastecimento, com utilização da água subterrânea como fonte complementar, tendendo a se converter no manancial prioritário para atendimento da demanda futura.

O quadro geral da distribuição dos recursos hídricos subterrâneos indica que as melhores rochas aquíferas ocupam cerca de 40% do território nacional que são rochas sedimentares. No restante do país predomina a ocorrência de terrenos cristalinos, de fraca vocação hidrogeológica. A pesquisa de água subterrânea a nível regional foi iniciada há 35 anos, justamente neste domínio de terrenos cristalinos, na área do Polígono das Secas, no Nordeste, visando equacionar o problema de relativa escassez de água daquela região semiárida. Hoje, os levantamentos hidrogeológicos em grande escala estendem-se por quase todas as regiões do país (Diniz, 2007).

A utilização crescente da água subterrânea é, sem dúvida, produto das vantagens que ela apresenta sobre os recursos de superfície e do avanço alcançado nos últimos anos, tanto no conhecimento de suas condições de ocorrência quanto na tecnologia de captação. Sabe-se que as obras de captação de água por poços, via de regra, oferecem condições mais vantajosas que a utilização de mananciais de superfície, especialmente para cidades de pequeno a médio porte, visto que (JORBA & ROCHA, 2007):

- a) na maior parte dos casos, a demanda de água pode ser facilmente atendida por poços;
- b) os investimentos iniciais são sensivelmente inferiores aos de captação superficial, com possibilidades de escalonamento dos recursos financeiros por etapas;
- c) os sistemas de captação têm prazos de execução relativamente curtos;

- d) Os mananciais são naturalmente mais bem protegidos dos agentes poluidores.
- e) A qualidade natural da água extraída quase sempre dispensa tratamento, requerendo somente simples dessalinização e cloração para rochas cristalina ou uma simples cloração para rochas sedimentares.

Todavia, não obstante a importância assumida, a prática de exploração da água subterrânea no país é, ainda, essencialmente predatória, ditada por uma visão imediatista de uso do recurso, sem o correspondente zelo pela conservação dos mananciais e das obras de captação.

Dentre os diversos fatores que concorrem para esta situação, podem ser mencionados: a falta de legislação básica que discipline a pesquisa e exploração dos aquíferos; o estágio ainda incipiente de produção de normas e diretrizes técnicas de projeto e de construção de poços; a insuficiência de pessoal técnico habilitado, em todos os níveis; a falta de aplicação do conhecimento hidrogeológico já existente.

Neste contexto, os principais problemas apresentados pelos poços em exploração, com frequência generalizada em todas as regiões, decorrem de:

- a) Deficiências de construção: um grande número de poços, talvez a maioria dos poços existentes, foram construídos sem projeto técnico, carecendo dos requisitos mínimos de uma obra de captação. Em poços no sedimento, é comum a ocorrência de passagem de areia em teores excessivos, provocando até mesmo desmoronamento das paredes do poço, devido ao mal dimensionamento de filtros e de material de pré-filtro ou, mesmo, a sua ausência. Cuidados mínimos como a cimentação para proteção sanitária não são obedecidos, vulnerando o perímetro do poço à contaminação. Em poços do cristalino é comum o mal dimensionamento da vazão, equipamento de bombeamento, pois a constante formação de cachoeira, mostrando assim um super bombeamento.
- b) Desconhecimento das características técnicas dos poços: os poços mais antigos, executados sem projeto, têm suas características de construção parcial ou totalmente desconhecidas. Ignora-se, muitas vezes, a profundidade total do poço, os diâmetros de perfuração, os materiais atravessados na perfuração e a existência e posição de filtros, tubos de revestimento para poço em sedimento e

fratura em poço no cristalino. Até mesmo os poços mais recentes não têm, via de regra, um cadastro técnico apropriado. Poucas são as firmas que fornecem relatório detalhado de construção de poço;

- c) Vazão de exploração mal dimensionada a fixação da vazão a ser explorada do poço geralmente é feita com base em testes de vazão inadequados que não dão, na maioria das vezes, os elementos mínimos para interpretação e determinação das condições limites de exploração. Explora-se o poço com a mesma vazão indicada em “teste” e, com o passar do tempo, aparecem as consequências: extração de vazão superior à capacidade do poço, queda dos níveis d’água, queda de produção;
- d) Equipamento de bombeamento inadequado: a confiança cega nos resultados de testes de bombeamento inadequados determina, frequentemente, mal dimensionamento do equipamento.
- e) Escolhe-se a bomba somente com base na vazão indicada pelo teste, sem levar em conta as características técnicas e as perdas de carga do poço;
- f) Falta de controle da qualidade físico-química da água: o desconhecimento das características físico-químicas da água do aquífero, antes mesmo da construção do poço, determina em muitos casos deficiências de projeto (especificação de materiais inadequados) que irão influir no desempenho e na vida útil do poço. Efeitos de corrosão ou incrustação nas seções filtrantes e nas tubulações de água são de ocorrência generalizada;
- g) Inexistência de um serviço permanente de operação e manutenção, capaz de detectar a tempo as causas de deterioração dos poços e aplicar as soluções adequadas. Predominam os serviços extremamente limitados e deficientes, voltados quase que exclusivamente para os aspectos de manutenção e, ainda assim, de tipo corretivo ou emergencial, quando da iminência de paralisação do abastecimento de água;
- h) Inexistência da fiscalização por parte do Conselho Regional de Engenharia e Agronomia (CREA) (JORBA & ROCHA, 2007).

1.3 Fotogrametria com o auxílio de Aeronave Remotamente Pilotada (ARP)

A fotogrametria trata-se de uma tecnologia em que é possível obter dados detalhados sobre determinado ambiente. Tem como principal vantagem a inúmera quantidade de informação alcançadas nas fases preliminares, no trabalho em questão seu uso foi de imensa relevância, devido à grande extensão da área em estudo e de boa parte possuir difícil acesso, o uso de Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) garantiu a precisão das imagens em área de diferentes extensões, assim viabilizou um mapeamento adequado por meio de imagens de alta resolução, que posteriormente assegura o desenvolvimento de outras etapas do processo de projeto (GARCIA, 2016).

A Fotogrametria se caracteriza como sendo a criação do espaço-objeto, relacionado ao espaço tridimensional, através da utilização do espaço-imagem, que é o conjunto de imagens bidimensionais. Depois de estabelecidos os dois sistemas, um conjunto de pontos de controle do espaço-objeto são escolhidos e alocados no espaço-imagem, para formar os dados de entrada para mapear um sistema no outro (SILVA & COSTA, 2010).

2. Área de estudo, material e percurso metodológico

2.1 Área de estudo

O município de Juru, está inserido predominantemente na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja, que representa a paisagem típica do semiárido nordestino, caracterizada por uma superfície de pediplanação bastante monótona, relevo predominantemente suave-ondulado, cortada por vales estreitos, com vertentes dissecadas.

Elevações residuais, cristas e/ou outeiros pontuam a linha do horizonte. Esses relevos isolados testemunham os ciclos intensos de erosão que atingiram grande

parte do sertão nordestino. Parte de sua área, a norte, se insere na unidade geoambiental dos Maciços e Terras Baixas. A vegetação é basicamente composta por Caatinga Hiperxerófila com trechos de Floresta Caducifólia. O clima é do tipo Tropical Semiárido, com chuvas de verão. O período chuvoso se inicia em novembro com término em abril (SÁ et al. 2021).

A precipitação média anual é de 431,8 mm. Com respeito aos solos, nos Patamares Compridos e Baixas Vertentes do relevo suave ondulado ocorrem os Planossolos, mal drenados, fertilidade natural média e problemas de sais; Topos e Altas Vertentes, os solos Brunos não Cálcicos, rasos e fertilidade natural alta; Topos e Altas Vertentes do relevo ondulado ocorrem os Podzólicos, drenados e fertilidade natural média e as Elevações Residuais com os solos Litólicos, rasos, pedregosos e fertilidade natural média (SÁ et al. 2021).

A Figura 2 mostra uma imagem de satélite datada de 27 de março de 2019 obtida pelo Google Earth Pro, junto à delimitação do perímetro, em contorno na cor amarela, que será beneficiada. Distante 1,5 km da zona urbana de Juru.

Figura 2 - Delimitação do perímetro.



Fonte: Google Earth Pro.

Através de levantamento de campo e informações do Agente Comunitário de Saúde (ACS) foi constatado um total de 63 residências e uma população fixa de 250 habitantes na comunidade.

Atualmente, Barra dos Ramos é abastecida por água subterrânea, através de um poço tubular que bombeia a água até dois reservatórios de 5000 l cada e distribuído por uma adutora até as residências. Não foi encontrado sistema de tratamento de água, conseqüentemente a água que chega até as residências é água bruta. Todo esse sistema de abastecimento de água existente foi financiado pela associação da comunidade. Não existem mananciais próximos da comunidade capazes de atender toda a demanda hídrica da comunidade.

2.2 Percurso metodológico

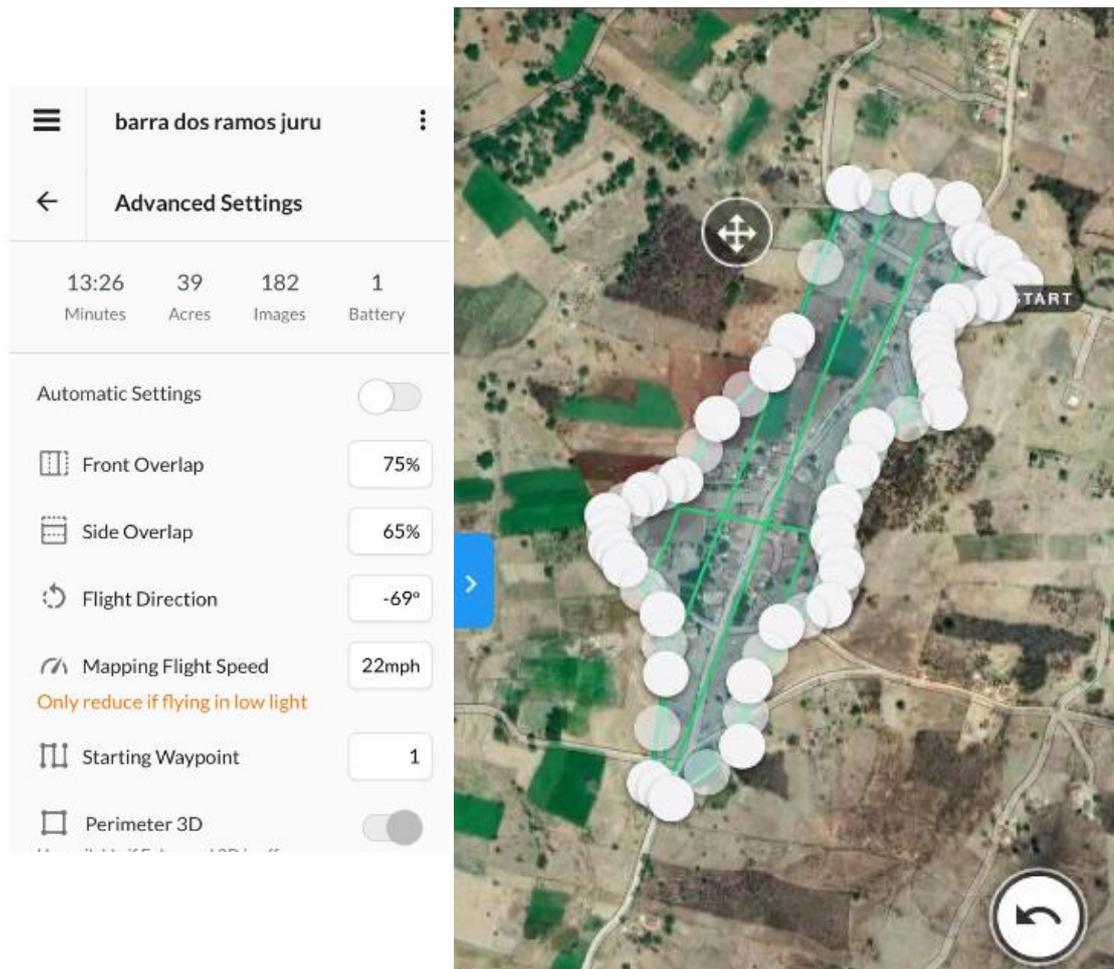
Os projetos de abastecimento de água deverão seguir as orientações contidas no manual "Apresentação de Projetos de Sistemas de Abastecimento de Água". Visto que a Funasa financia a implantação, ampliação e/ou melhorias em sistemas de abastecimento de água nos municípios com população de até 50.000 habitantes (FUNASA, 2020).

Esta ação tem como objetivo fomentar a implantação de sistemas de abastecimento de água para controle de doenças e outros agravos, com a finalidade de contribuir para a redução da morbimortalidade - provocada por doenças de veiculação hídrica - e para o aumento da expectativa de vida e da produtividade da população (FUNASA, 2020).

A princípio foi necessária a aquisição de dados geoespaciais, que para sua entrada e processamento utilizou-se de equipamentos e softwares. Uma parte da pesquisa foi realizada em campo, sendo necessário para obtenção de dados os equipamentos ARP, conhecido como drone e o GPS RTK.

Para o alcance do objetivo proposto foi percorrido o seguinte percurso metodológico:

- a) Google Earth Pro: após a delimitação do perímetro pela ferramenta foi possível perceber que a comunidade está localizada numa área sem qualquer manancial capaz de atender à demanda hídrica dos moradores;
- b) Aplicativo DroneDeploy: foi utilizada a versão gratuita para a execução do plano de voo, o qual foi estimado um tempo de voo de 13 minutos e 26 segundos, como mostra a Figura 3;



Fonte: Captura de tela do DroneDeploy.

- c) Pontos de controle: foram constituídos por cal com dimensões de duas folhas A4, como é mostrado a Figura 4. Foram instalados 6 pontos de controle com o intuito de corrigir a nuvem de pontos gerada pelo ARP e diminuir o erro de precisão, pois o ARP utiliza um GPS de navegação e, conseqüentemente, apresenta erros de precisão, no modelo RTK;

Figura 4 - Constituição dos pontos de controle.



Fonte: Elaborada pela autora.

- d) Execução de voo: o voo foi realizado por um ARP, modelo DJI *Phantom 4*, como mostra a Figura 5, por meio do qual foram geradas 206 imagens.

As aeronaves não tripuladas são alternativas mais baratas e eficientes para a execução de levantamento topográfico, identificar áreas de desmatamento irregular, queimadas, controle de espécies ameaçadas de extinção, proteção de mananciais, etc. Elas conseguem voar em trechos não acessíveis a helicópteros, custam menos do que uma operação desse tipo feita com um veículo tripulado e fazem o mesmo serviço.

Figura 5 - ARP, modelo Phantom 4.



Fonte: Foto retirada do site <https://www.dji.com/br/phantom-4-adv>.

e) Agisoft Photoscan: Foi utilizado para o processamento das imagens, para a geração do ortomosaico a partir da importação das 206 imagens no formato JPEG, geradas a partir do plano de voo. Em seguida foi processado o alinhamento de fotos gerando a nuvem de pontos. Posteriormente foi feita uma limpeza na imagem, excluindo alguns pontos flutuantes com o objetivo de facilitar na visualização dos pontos de controle. Em seguida foi gerado o Modelo digital de Superfície (MDS) e a ortofoto. Os pontos de controle foram gerados na extensão de arquivo .TXT pelo GPS RTK.

Quando importados e sobrepostos na imagem, os pontos de controle geraram um deslocamento médio de 3m em relação às imagens dos pontos de controle, conseqüentemente foi executado um processamento prévio para implantar os pontos nos locais exatos como mostra a Figura 6.

Figura 6 - Correção dos pontos de controle.



Fonte: Elaborada pela autora.

Após a execução desse procedimento foram reprocessados os dados, gerando uma precisão maior das coordenadas.

3. Resultados e discussão

As fotografias aéreas ajudam a compor visualmente um planejamento mais preciso e nítido de toda a área, permitindo a identificação da vegetação, residências, cisternas, estradas, etc. A identificação desses elementos é fundamentada na locação, pois impede que o reservatório seja locado em locais inadequados. Para obter a ortofoto foi preciso converter a imagem original (fotografia aérea) e corrigir as deformações do relevo. Em seguida foi necessário que as imagens fossem

digitalizadas e inseridos os pontos de controle para orientação e obtenção de um modelo digital do terreno. Os resultados foram gerados através de processamento utilizando o software Agisoft Photoscan. Na Tabela 1 observa-se os dados iniciais gerados.

Figura 7 – Ortofoto.



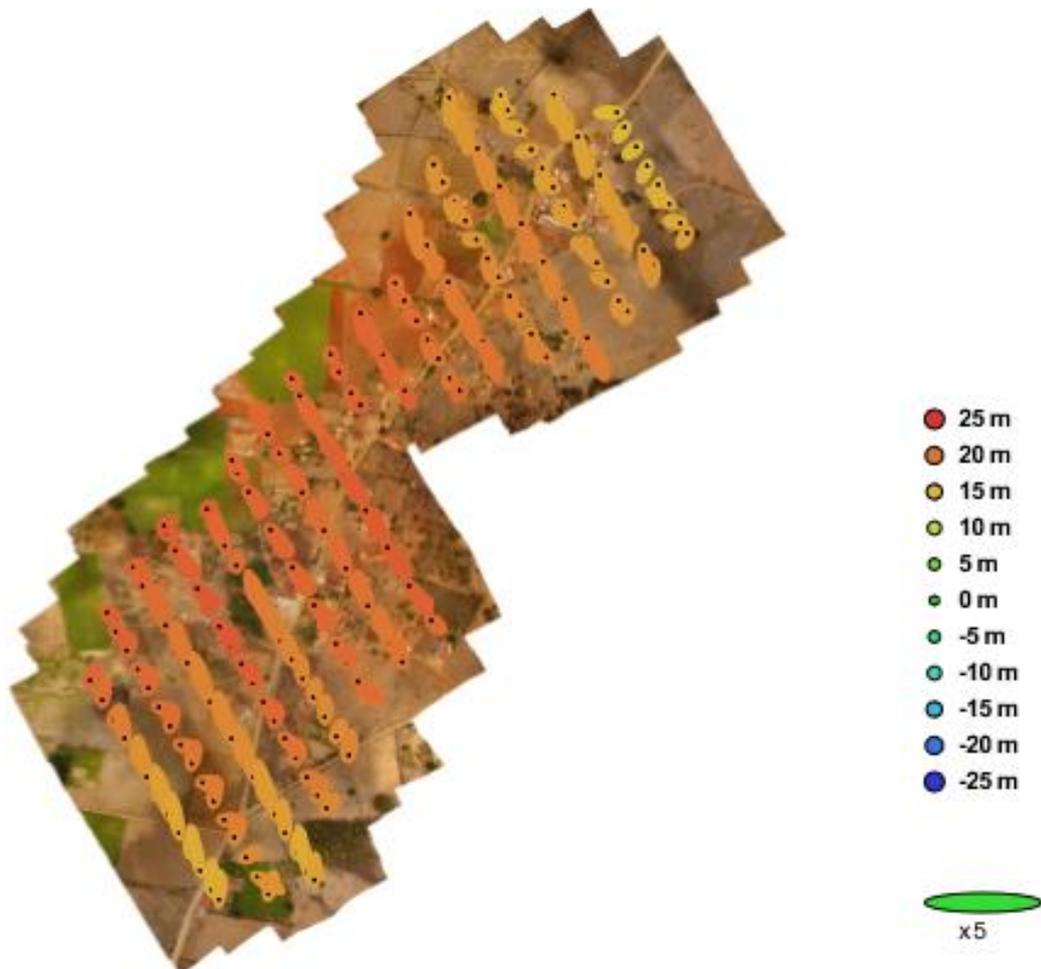
Fonte: Elaborada pela autora, gerado pelo Agisoft Photoscan.

Os Parâmetros sobre o voo aerofotogramétrico foram os seguintes: o número de imagens capturadas foram 206, a altitude do voo realizado foi de 95,4m, resolução das imagens em relação ao solo de 3,58cm/pixel, a área total coberta pelo voo foi de 0,312 km². O resultado apresentou 149,039 pontos de empate e 744,961 projeções com um erro de reprojeção aproximado em torno de 1,22 pixels.

Na Figura 8 pode-se observar a localização da área de estudo sem a inserção dos pontos de controle. Observa-se que os erros de localização média da câmera são

os seguintes: Erro em X (m) 1,67678; Erro em Y (m) 3,73063; Erro em Z (m) 19,4523 Erro em XY (m) 4,09013 e o Erro total (m) 19, 8776.

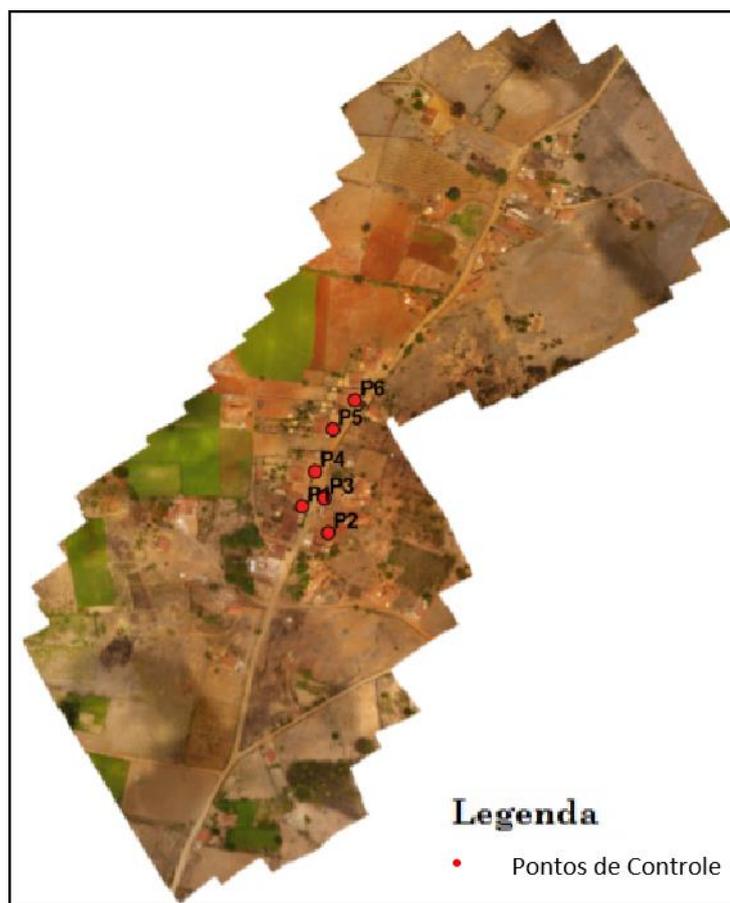
Figura 8 - Locais da câmera e estimativa de erro



Fonte: Elaborada pela autora a partir do Agisoft Photoscan.

Na Figura 9 observa-se os pontos de controle. Através dos erros apresentados na Tabela 3 observa-se que a precisão das coordenadas dos pontos de controle. Após a inserção dos pontos de controle a precisão que estava na unidade de metros caiu para a unidade de centímetro. Conclui-se, que para o projeto de abastecimento de água esse aumento na precisão ocasiona em um projeto mais coerente e conseqüentemente uma diminuição no valor do orçamento da obra.

Figura 9 - Pontos de controle.



Fonte: Elaborada pela autora a partir do Agisoft Photoscan.

Tabela 3 - Erro de precisão das coordenadas lidas do ortomosaico dos pontos de controle.

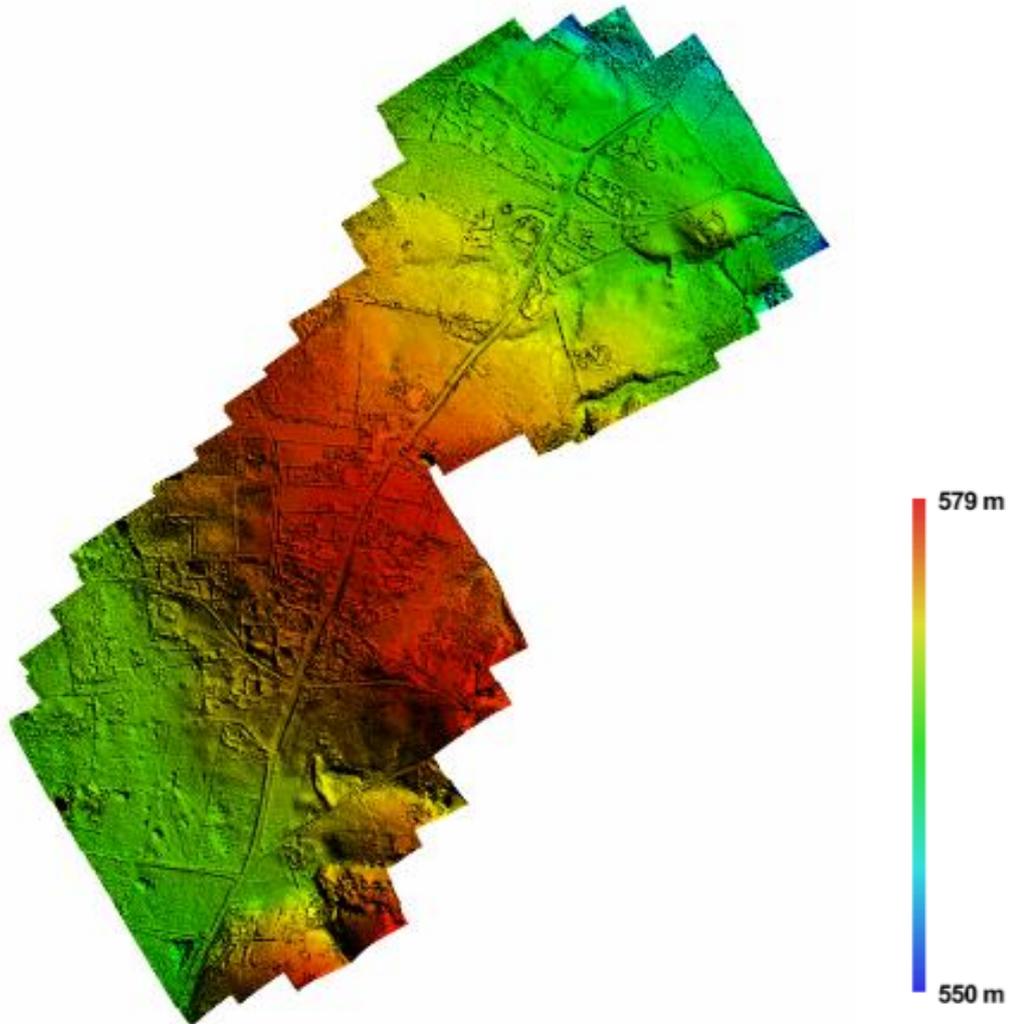
Ponto	Erro em x (cm)	Erro em y (cm)	Erro em z (cm)	Total (cm)	Imagem (cm)
P1	1,66027	4,23314	-3,73684	5,88557	0,827 (14)
P2	0,738693	-3,40457	-2,42949	4,24726	0,755 (14)
P3	-0,466152	-1,47796	6,35936	6,54547	0,413 (12)
P4	-1,2118	1,30954	0,492802	1,851	0,627 (14)
P5	-0,218084	0,497156	2,61383	2,66961	0,437 (9)
P6	-0,685785	-1,30623	-3,15756	3,48522	1,034 (9)
Total	0,957931	2,42773	3,59057	4,43888	0,711

Fonte: Elaborada pela autora a partir de dados do Agisoft Photoscan.

Na Figura 10 apresenta-se o Modelo digital de Superfície (MDS) da comunidade, com uma resolução de 14,3 cm/pix e uma densidade de pontos de 48,7 pontos/m². Por meio dele foi possível conhecer a altimetria local e permitirá identificar a pressão com que o recurso hídrico chegará à residência de maior cota

em relação a cota do reservatório para que possam ser feitas as adequações necessárias em projeto para que o mesmo não aconteça na execução.

Figura 10 - Modelo digital de superfície (MDS).

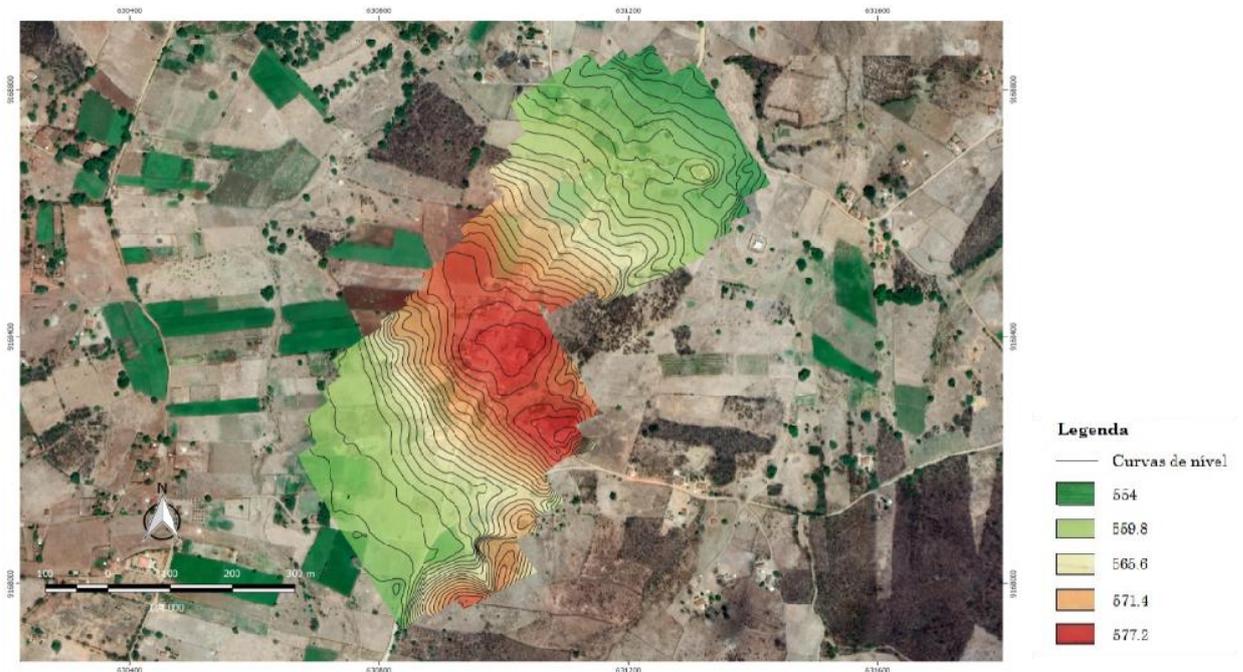


Fonte: Elaborada pela autora através do Agisoft Photoscan.

Observa-se na Figura 11 o Modelo Digital de Elevação (MDS) do terreno e suas curvas de nível. Por meio deste foi possível identificar a maior altitude e posteriormente fazer a locação do reservatório elevado no local mostrado na Figura 12. Esse tipo de dado está sendo muito utilizado devido sua importância e riqueza de detalhes técnicos. De acordo com Idoeta (2007) um Modelo Digital de Superfície (MDS) assim como o Modelo Digital de Elevação (MDE) considera não apenas a

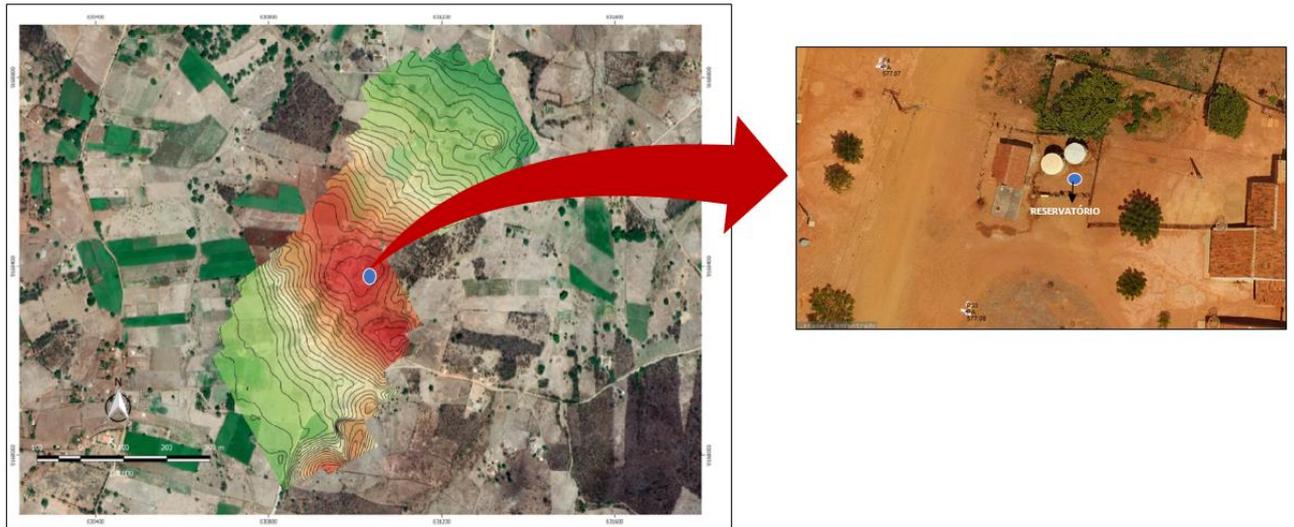
superfície do terreno propriamente dita, mas também as copas das árvores, e edificações presentes em uma imagem.

Figura 11 - Modelo de Digital de Elevação (MDE) e Curvas de Nível.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 12 - Locação do reservatório.



Fonte: Elaborada pela autora.

4. Conclusões

O Software Agisoft demonstrou-se uma ferramenta eficiente para esse tipo de análise, uma vez que permitiu a integração dos fatores ambientais e logísticos para implantação do reservatório.

A utilização da ARP para mapeamento da área de estudo possibilitou o melhor entendimento do ambiente, por se tratar de um equipamento que produz imagens a partir de uma pequena distância com maior qualidade e rapidez. No sentido da comunidade Barra dos Ramos permitiu uma melhor visualização e compreensão da área, visto a importância de uma caracterização da vegetação e das condições do uso e ocupação do solo na área estudada.

Vale ressaltar também a importância dos demais equipamentos e ferramentas para toda metodologia do processo, é importante ressaltar por exemplo o uso do GPS RTK, que garantiu algumas informações direto no campo, os pontos de apoio são indispensáveis, pois, com sua utilização a precisão diminuiu na unidade de metro para centímetro.

Além da geração das imagens das áreas estudadas numa resolução espacial de 3,58 cm/pix o equipamento utilizado também permitiu a criação de curvas de nível e MDS com precisão, o que é primordial para detalhes técnicos no projeto.

Após a coleta de dados, posteriormente e com uso do software Agisoft Photoscan foi gerado o produto final, o ortomosaico. Conclui-se então que o uso de todos os parâmetros resultou na obtenção das informações suficientes com precisão, nitidez e rapidez na execução do levantamento topográfico da área em estudo, para definir o local exato para locação do reservatório.

Logo, o material produzido pelos equipamentos e softwares contribuíram para realização do trabalho e atendeu aos objetivos de locação de um reservatório de água para um sistema de abastecimento de água na comunidade rural do município de Juru-PB. Pois ofereceram dados e detalhes técnicos indispensáveis para realização deste tipo de trabalho, mostrando também a importância da utilização das novas tecnologias no campo.

Referências

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - Execução de levantamento topográfico. NBR 13.133. Rio de Janeiro, maio 1994. Acesso em: agosto de 2019.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - Projeto de rede de distribuição de água para abastecimento público. NBR 12218. Rio de Janeiro, julho, 1994. Acesso em: setembro de 2019.

ABAS- Associação Brasileira de águas Subterrâneas. Minimização das consequências da seca no nordeste. Disponível em: https://www.abas.org/imagens/publicacoes/estudos_sedezero.PDF Acesso em: Fev. 2019

BARROS, R.T.V et al. Saneamento. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 221 p. (Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios, 2).

BEMBRASAGRO. Site <www.bembrasagro.com/GuiaDroneDeploy.pdf>, acessado em 06 de setembro de 2019.

DINIZ, J. A. O. Histórico da atuação dos órgãos públicos de pesquisa de água subterrânea na região nordeste do Brasil. XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Recife, 2007.

FUNASA- Fundação Nacional de Saúde - Manual de Orientações Técnicas para Elaboração e Apresentação de Propostas e Projetos para Sistemas de Abastecimento de Água <www.funasa.gov.br/web/guest/orientacoes-tecnicas-de-saneamento>, acesso em: 16 de setembro de 2019

GARCIA, J. P. M. Caracterização geomorfológica de planícies litorâneas e sua importância para a implementação de obras civis. In: SIMPÓSIO SOBRE DEPÓSITOS QUATERNÁRIOS DAS BAIXADAS LITORÂNEAS BRASILEIRAS. Origem, Características Geotécnicas e Experiências, 1988, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: ABMS/ABGE/IPR/Clube de Engenharia, 1988. v. 2, p. 29-31.

GUIMARÃES, A. J. A.; CARVALHO, D. F. de; SILVA, L. D. B. da. Saneamento básico. Disponível em: <http://www.ufjf.br/analiseambiental/files/2009/11/TCC_SaneamentoSa%25C3%25BAde.pdf>. Acesso em: 07 out. 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Projeções da População. Site:<www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9109-projecao-dapopulacao.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 2 setembro de 2019.

ISO 19157: Geographic Information - Data Quality. International Organization for Standardization, 2011. BRASIL. Decreto nº 6666, de 27 de novembro de 2008. Institui, no âmbito do Poder Executivo Federal, a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais - INDE, e dá outras providências. Brasília, Diário Oficial da União, 27 de novembro de 2008.

JORBA, A.F. ROCHA, G. A. Manual de operação e manutenção de poços. São Paulo, DAEE, 3ª Ed., 2007. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL/COMPANHIA DE PESQUISA DE

RECURSOS MINERAIS – CPrM. Hidrogeologia - Conceitos e Aplicações / Feitosa, F.A.C. & Manoel Filho, J. (Coord.). Fortaleza, CPrM/UFPE, 2ª Ed., 2000.

SILVA, DC et al. Qualidade de ortomosaicos de imagens de vant processados com os Softwares APS, PIX4D E PHOTOSCAN. V Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação Recife - PE, 12- 14 de Nov de 2014.

SILVA NETO, M. Para que serve o GSD. Site <www.cursos.droneng.com.br>, acesso me: 16 de setembro de 2019.

SILVA, Daniel Carneiro da; COSTA, Glauber Carvalho. Aerofotogrametria em projetos de estradas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 3, 2010, Recife. Artigo. Recife: Alb, 2010. p. 1 - 13.

TSUTIYA, Milton. Abastecimento de água. 3ªed. São Paulo. Departamento de engenharia hidráulica e sanitária da escola politécnica da universidade de São Paulo. 2006.

SÁ, I.B., G.A. FOTIUS & G.R. RICÉ. 1994. Degradação ambiental e reabilitação natural no trópico semiárido. In: Anais Conferência Nacional e Seminário Latino-Americano da Desertificação, CONSLAD. Fundação Esquel Brasil, Fortaleza, CE.

SNIS Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. Diagnóstico de Serviços de água e esgotos. Disponível em: http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2018/Diagnostico_AE2018.pdf Acesso: 2017