



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

FRANCISCO NÉLIO DA SILVA JÚNIOR

**AVALIAÇÃO DE METODOLOGIAS DE LEVANTAMENTOS
PLANIALTIMÉTRICO PARA ELABORAÇÃO DE PROJETO DE
REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA**

MOSSORÓ
2020

FRANCISCO NÉLIO DA SILVA JÚNIOR

**AVALIAÇÃO DE METODOLOGIAS DE LEVANTAMENTOS
PLANIALTIMÉTRICO PARA ELABORAÇÃO DE PROJETO DE
REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Almir Mariano de Sousa Júnior,
Prof. Dr.

MOSSORÓ

2020

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

S
586a Silva Júnior, Francisco Nélio da Silva Júnior.
AVALIAÇÃO DE METODOLOGIAS DE LEVANTAMENTOS
PLANIALTIMÉTRICO PARA ELABORAÇÃO DE PROJETO DE
REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA / Francisco Nélio da
Silva Júnior Silva Júnior. - 2020.
53 f. : il.

Orientador: Almir Mariano de Sousa Júnior
Sousa Júnior.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia Civil,
2020.

1. Cartografia. 2. Aerofotogrametria. 3.
Aerofotogrametria. I. Sousa Júnior, Almir Mariano
de Sousa Júnior, orient. II. Título.

FRANCISCO NÉLIO DA SILVA JÚNIOR

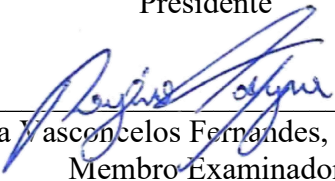
**AVALIAÇÃO DE METODOLOGIAS DE LEVANTAMENTOS
PLANIALTIMÉTRICO PARA ELABORAÇÃO DE PROJETO DE
REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA**

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido como requisito
para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

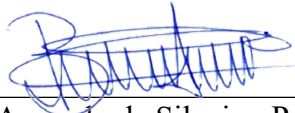
Defendida em: 11 / 12/ 2020.

BANCA EXAMINADORA

Almir Mariano de Sousa Júnior, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente



Rogério Taygra Vasconcelos Fernandes, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador



Brenno Dayano Azevedo da Silveira, Prof. Mc. (UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

A minha namorada Karina, pelo amor, cuidado, compreensão, ajuda e todo carinho durante essa pesquisa, tudo isso se mostrou muito mais fácil de se concretizar,

A meu orientador, colega e grande amigo, Prof. Dr. Almir Mariano de Sousa Júnior, a quem devo meu amadurecimento pessoal e profissional, agradeço a você por todos os ensinamentos a mim proporcionados, na qual levarei para o resto da vida e principalmente pela confiança e responsabilidade depositada em mim.

Aos meus colegas bolsistas, professores, e ao núcleo de extensão e pesquisa acesso à terra urbanizada, por todas as oportunidades e o apoio prestado durante toda minha graduação, ao longo desses mais de dois anos de projeto.

Aos meus colegas João Daniel e Marcos Antônio pela ajuda durante a pesquisa e especialmente a Pedro David e Vinicius Navarro por toda ajuda que proporcionaram que esse trabalho fosse realizado

A todos os professores da UFERSA e do curso de engenharia civil que contribuíram durante minha formação acadêmica e compartilharam um pouco do seu conhecimento.

“Poucos acertam antes de errar”

Sêneca

RESUMO

O acelerado processo de crescimento urbano ocorrido no Brasil durante a década de 50, paralelamente com o aumento da desigualdade social, juntamente a falta de políticas públicas capazes de abrigar o aumento populacional, acabam por gerar, além do problema habitacional vigente, a multiplicação de favelas, entre outros modos de ocupação irregulares nos centros urbanos brasileiros. Nesse contexto, a Regularização Fundiária Urbana vem com o objetivo de garantir os direitos fundamentais ao cidadão da vida com dignidade, o direito à moradia e ao cumprimento da função social da moradia. Como uma das peças essenciais do processo da Regularização Fundiária Urbana está o projeto de regularização fundiária, o qual deve conter o levantamento planialtimétrico cadastral do núcleo urbano alvo de regularização. Tendo em vista o crescente avanço tecnológico nos métodos de levantamento empregados, como estações totais, GNSS RTK e aerofotogrametria com uso de VANT, a presente pesquisa tem como objetivo a realização de avaliação de metodologias de levantamento planialtimétrico, tendo em vista o produto final adquirido, custo benefício e produtividades. Para realização da análise foi escolhida uma área de duas quadras no conjunto habitacional, onde foi empregado levantando por irradiação com uso de estação total, coleta de pontos com GNSS RTK e aerofotogrametria com VANT, os dados adquiridos foram processados e comparados entre si. Por fim, foi demonstrado que todas as metodologias são capazes de serem empregadas no projeto de regularização fundiária, sendo seu uso em conjunto a maneira mais eficiente de ser realizada.

Palavras-chave: Cartografia; Aerofotogrametria; REURB.

ABSTRACT

The accelerated process of urban growth that occurred in Brazil during the 1950s, in parallel with the increase in social inequality, together with the lack of public policies capable of supporting population growth, end up generating, in addition to the current housing problem, the multiplication of slums, among other irregular occupation modes, in Brazilian urban centers. In this context, Urban Land Regularization aims to guarantee the fundamental rights of citizens to live with dignity, the right to housing and the fulfillment of the social function of housing. As one of the essential parts of the REURB process is the land regularization project, which must contain the cadastral planialtimetric survey of the urban nucleus targeted for regularization. In view of the growing technological advancement in the survey methods employed, such as total stations, GNSS RTK and aerophotogrammetry using UAV. Therefore, this research aims to carry out an evaluation of planialtimetric survey methodologies, in view of the final product purchased, cost benefit and productivity. To carry out the analysis, an area of two blocks was chosen in the housing complex, where it was used to raise by irradiation using a total station, collecting points with GNSS RTK and aerophotogrammetry with UAV, the acquired data were processed and compared among themselves. Finally, showing that all methodologies are capable of being used in the land regularization project, their use together proving to be the most efficient.

Keywords: Cartography; Aerophotogrammetry; REURB.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Quadras 33 e 34 do conjunto Gramoré.	23
Figura 2: Modelo de estação e prisma utilizado.....	24
Figura 3: Receptor GNSS RTK utilizado.....	25
Figura 4: Disposição das estações e pontos irradiados	26
Figura 5: Localização ponto de base do GNSS RTK.....	27
Figura 6: Disposição dos pontos coletados com GNSS RTK.....	27
Figura 7: Polígonos dos lotes, quadras e contorno de calçadas	28
Figura 8: Polígonos dos lotes, quadras e contorno de calçadas (a), Curvas de nível (b)	28
Figura 9: VANT quadricóptero utilizado.....	29
Figura 10: Modelo de alvo pré-sinalizado utilizado.....	30
Figura 11: Distribuição de alvos na área de estudo.....	31
Figura 12: MDS (a); MDT (b) e Ortomosaico (c).....	32
Figura 13: Processo de vetorização.....	33
Figura 14: Levantamento planialtimétrico com estação total	34
Figura 15: Levantamento planialtimétrico com GNSS RTK.....	35
Figura 16: Verificação de erro de posicionamento de N5.....	37
Figura 17: Ortomosaico georreferenciado.....	38
Figura 18: Ortomosaico vetorizado.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Parâmetros de voo	30
Tabela 2: Tempo para elaboração dos produtos com estação total	35
Tabela 3: Tempo para elaboração dos produtos com GNSS RTK.....	36
Tabela 4: Referência de custos utilizada.	37
Tabela 5: Custo calculado:	37
Tabela 6: Tempo para elaboração dos produtos com estação total	39
Tabela 7: Erros, Média, Variância e desvio padrão relativos aos pontos de controle.....	39
Tabela 8: Erros, Média, Variância e desvio padrão relativos aos pontos de verificação.	40
Tabela 9: Referência de custos utilizada.	40
Tabela 10: Custo calculado:	40

LISTA DE FLUXOGRAMAS

Fluxograma 1: Sequência de documentos componentes do projeto de regularização fundiária.

.....20

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABELAS	10
1. INTRODUÇÃO.....	16
1.1. Objetivos.....	17
1.1.1. Geral	17
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
2.1. Irregularidade urbana no Brasil	18
2.1.1. Políticas Habitacionais no Brasil.....	18
2.2. Regularização fundiária urbana	19
2.2.1 Projeto de regularização fundiária.....	19
2.3. Levantamento planialtimétrico e cadastral	20
2.3.1. Estação total.....	21
2.3.2. GNSS RTK.....	21
2.3.2.1. Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS).....	21
2.4. Levantamento aerofogramétrico.....	22
2.4.1. Veículo aéreo não tripulado – VANT.....	22
3. METODOLOGIA.....	23
3.1. Área de estudo	23
3.2. LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO	24
3.2.1. Equipamentos	24
3.2.1.1. Estação total.....	24
3.2.1.2. GNSS RTK.....	24
3.2.2. Levantamento de dados planialtimétrico com estação total	25
3.2.3. Levantamento de dados planialtimétrico com GNSS RTK.....	26
3.2.4. Processamento dos Dados de Estação Total.....	27
3.2.4. Processamento dos Dados do GNSS RTK	28
3.3. Levantamento aerofotogramétrico.....	29
3.3.1. Equipamento	29
3.3.2. Planejamento de Voo.....	29
3.3.4. Processamento das imagens.....	31
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34

4.1. Levantamento planialtimétrico	34
4.1.1. Planta planialtimétrica	34
4.2. Levantamento aerofotogramétrico.....	37
4.2.1. Ortomosaico processado.....	37
4.2.2. Análise de erro.....	39
4.2.3. Custos relacionados	40
5. CONCLUSÃO.....	41
REFERÊNCIAS	44
ANEXO 1 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO GRAMORÉ	47
ANEXO 2 – RELATÓRIO DE PROCESSAMENTO.....	48

1. INTRODUÇÃO

O acelerado processo de crescimento urbano ocorrido no Brasil durante a década de 50, paralelamente com o aumento da desigualdade social, gerou a chamada “modernização excludente, ou seja, o investimento nas áreas que constituem o cenário da cidade hegemônica ou oficial, com a consequente segregação e diferenciação acentuada na ocupação do solo e na distribuição dos equipamentos urbanos” (MARICATO, 1997).

Na tentativa de sanar o problema habitacional de décadas anteriores, surge em 1964 o Banco Nacional de Habitacional. Durante seu período de vigência até 1986, se consolidou como o único programa constituinte de uma política nacional de habitação, com a construção de 4,5 milhões de unidades habitacionais (FERNANDES E SILVEIRA, 2010).

Mesmo tendo êxito do ponto de vista imobiliário, o acelerado crescimento das cidades somado à falta de investimentos para solução de problemas urbanos e organização das comunidades, fez com que o avanço da população urbana agravasse mais a questão da moradia social, o que pode ser observado pela multiplicação de favelas, entre outros modos de ocupação irregulares nos centros urbanos brasileiros. Problemas esses, sempre acompanhados do comprometimento da infraestrutura urbana (VALLADARES, 1983).

Nesse contexto, a Regularização Fundiária Urbana surgiu com objetivo de garantir os direitos fundamentais do cidadão à vida com dignidade, ao direito à moradia, às boas condições urbanas, às oportunidades econômicas/educacionais e trouxe medidas jurídicas, urbanísticas, ambientais e sociais destinadas à incorporação dos núcleos urbanos informais ao ordenamento territorial urbano e à titulação de seus ocupantes (FIGUEIREDO JUNIOR; NUNES, 2018).

O processo de Regularização Fundiária Urbana também prevê a implantação de infraestrutura, que possa garantir o abastecimento de água potável e luz elétrica, além de abrir ruas e vias de acesso para garantir condições de vida adequada. Portanto, nas questões que envolvem a Regularização Fundiária, o governo municipal possui papel central na formulação e implementação das políticas de desenvolvimento urbano (PAGANI et al., 2016).

Como uma das peças essencial no processo de regularização fundiária para a aprovação municipal, se destaca a elaboração do Projeto de Regularização Fundiária, cujo conteúdo deve conter prioritariamente peças técnicas, como: levantamento planialtimétrico cadastral e georreferenciado, planta perimetral do núcleo urbano informal, projeto urbanístico e memoriais descritivos.

A elaboração dessas peças estão todas condicionadas à realização do levantamento topográfico da área, com a medição de todos os ângulos e distâncias dos lotes, do sistema viário, das áreas vazias, quadras, divisas, muros ou cercas das ocupações, dos taludes, córregos, equipamentos públicos e espaços livres (TULER E SARAIVA, 2014). De acordo com Lee (2010), as informações planialtimétricas podem ser adquiridas a partir de técnicas tradicionais de levantamento terrestre, como estações totais e equipamentos de GNSS (*Global Navigation Satellite System*) ou a partir de aerolevantamentos.

Diante disso, o trabalho tem como objetivo geral a avaliação das metodologias de levantamento planialtimétricos capazes de ser empregadas na etapa levantamento planialtimétrico para elaboração de projeto de regularização fundiária.

1.1. Objetivos

1.1.1. Geral

Avaliação das metodologias de levantamento planialtimétricos capazes de serem empregadas na etapa levantamento planialtimétrico para elaboração de projeto de regularização fundiária.

1.1.2. Específicos

- Analisar a exatidão dos levantamentos planialtimétricos com estação total, GNSS RTK e aerofotogrametria com VANT, por meio dos requisitos exigidos na Lei 13.465/2017, para elaboração de projeto de regularização fundiária.
- Realização de comparativo de melhor custo-benefício e produtividade dentro dos levantamentos planialtimétricos com estação total, GNSS RTK e aerofotogrametria com VANT.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Irregularidade urbana no Brasil

De acordo com Krause (2019), a irregularidade fundiária no Brasil teve início com a Lei de Terras, ato que transformou a terra em uma mercadoria negociável. A partir disso, as propriedades passaram a ter títulos a elas atribuídos, podendo assim serem vendidas ou hipotecadas. Dessa maneira, foi extinta a instituição da posse como forma de aquisição de novas terra “a forma costumeira, se não a única, de os pobres adquirirem terras” (HOLSTON, 2013).

Nas cidades, a desestruturação do mercado habitacional iniciado pela Lei do Inquilinato no governo de Vargas em 1952, juntamente com a incapacidade do Estado na gestão desse setor e com grande parte da população não podendo custear o preço da compra de um imóvel e falta de casas para alugar, é dado o início das ocupações informais nas periferias às margens dos centros urbanos (MELO, 1990).

Também na década de 50 ocorre um intenso êxodo rural, gerado pela industrialização e o rápido crescimento populacional brasileiro, aumentando assim a demanda habitacional dos centros urbanos. Contudo, a falta de políticas públicas capazes de abrigar o aumento populacional, acabam por gerar, além do problema habitacional vigente, outros problemas sociais relacionados ao saneamento básico, fornecimento de energia, de água, aumento de desemprego e subemprego, segurança e poluição (SANTOS, 1999).

2.1.1. Políticas Habitacionais no Brasil

De acordo com Fernandes e Silveira (2010), o crescente aumento da demanda por habitação, fez o governo, ao longo dos anos, propor soluções capazes de sanar o problema a partir de políticas públicas habitacionais, dentre elas, a Fundação Casa Popular (FCP), criada em 1946, que não obteve sucesso devida a dificuldades financeiras encontradas durante sua execução, sendo rapidamente sucedido pelo Sistema Financeiro de Habitação (SFH) e do Banco Nacional da Habitação (BNH) em 1964.

O BNH foi responsável pela construção de mais de 4,5 milhões de unidades habitacionais no período de 1946 a 1986, onde se encontram somente 33,5% dessas unidades destinadas a população de baixa renda, mostrando a priorização dos interesses econômicos em detrimento aos interesses sociais (SANTOS, 1999; Fernandes e Silveira, 2010).

Atualmente encontra-se em vigor, desde 2009, o Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV), “uma resposta do governo à crise econômica mundial para impulsionar o mercado

da construção civil, gerar empregos e ao mesmo tempo fazer face ao déficit habitacional, que se concentra (89,4%) na população da faixa de renda de até três salários mínimos” (Fernandes e Silveira, 2010).

2.2. Regularização fundiária urbana

A Regularização Fundiária Urbana (REURB) consiste em um conjunto de medidas legais, urbanísticas, ambientais e sociais projetadas com intuito de para incorporar o núcleo urbano informal ao ordenamento territorial urbano e à titulação de seus ocupantes, visando a eles, as garantias constitucionais do direito social à moradia e do integral desenvolvimento da função social da propriedade (Lei. n.13.465, de 11 de julho de 2017).

É definido como núcleo urbano informal, “aquele de difícil reversão, considerados o tempo da ocupação, a natureza das edificações, a localização das vias de circulação e a presença de equipamentos públicos, entre outras circunstâncias a serem avaliadas pelo Município” (artigo 11, inciso III, da Lei nº 13.465 de 11 de julho de 2017).

Dentre os objetivos da regularização fundiária, destacam-se os de: Identificar núcleos urbanos informais que devem ser regularizados, organizá-los e garantir a prestação de serviços públicos aos seus moradores para otimizar as condições urbanas e ambientais relacionadas às ocupações informais anteriores; estabelecer unidades imobiliárias compatíveis com o ordenamento do território urbano e usufruir do direito de residência dos seus residentes; desestimular a formação de novos núcleos urbanos informais e garantir direitos sociais à moradia digna e condições de vida adequadas (Lei. n.13.465, de 11 de julho de 2017).

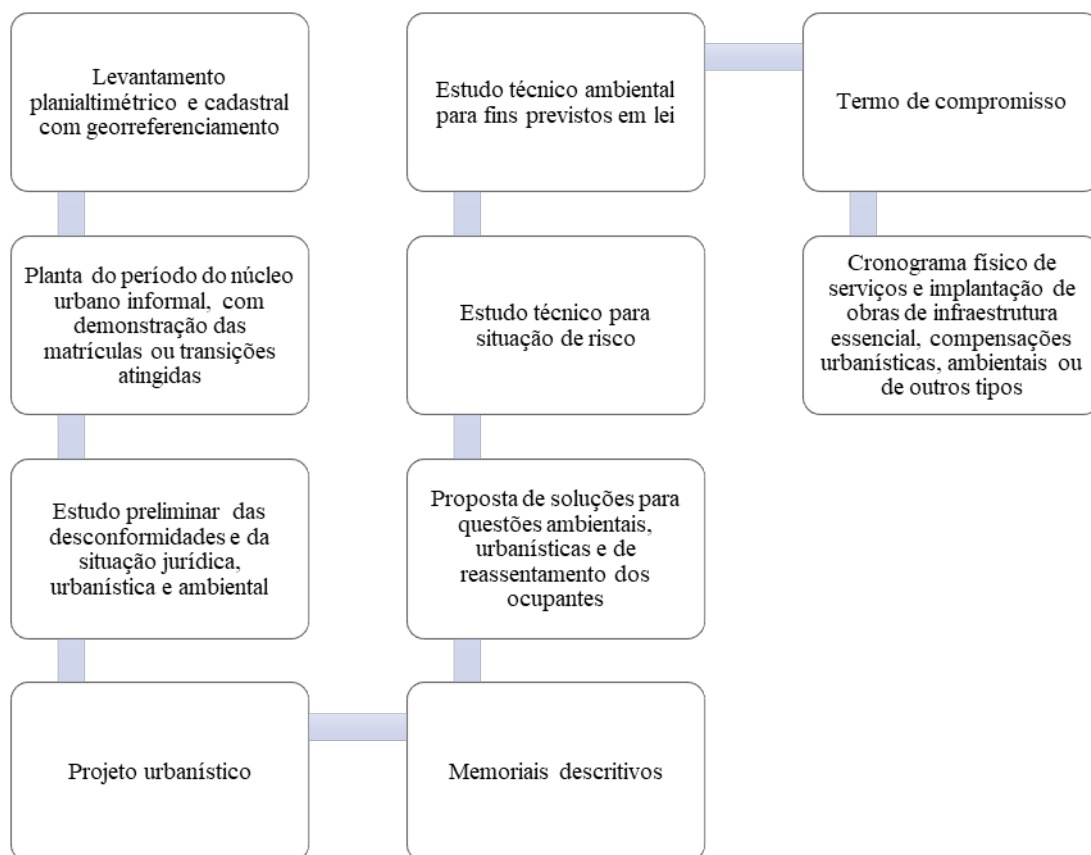
Sua efetivação ocorre após uma sequência de etapas, dentre elas, a escolha da modalidade, social ou de interesse específico, elaboração do projeto de regularização, aprovação municipal do projeto, elaboração da Certidão de Regularização Fundiária – CRF, registro da CRF e titulação dos ocupantes.

2.2.1 Projeto de regularização fundiária

A elaboração do projeto de regularização fundiária se caracteriza como a fase do procedimento de regularização que reúne um conjunto de documentos essenciais, os quais compõem o processo de regularização, contemplando desde seu início, à sua conclusão com a fase de registro.

O projeto de regularização deve ser composto pelos documentos apresentados no fluxograma 1, adaptado do Art. 35 da Lei nº 13.465 de 11 de julho de 2017.

Fluxograma 1: Sequência de documentos componentes do projeto de regularização fundiária.



Autor: Adaptado da Lei nº 13.465 de 11 de julho de 2017.

Salienta-se que a análise de um projeto na REURB, difere da análise de implementação de novos empreendimentos, não sendo considerado o exposto pela Lei nº 6.766/1979.

Desde a fase de elaboração, de análise e da aprovação final do projeto, são necessário ajustes e a apresentação de novas peças, como novos memoriais ou plantas específicas, tendo em vista que os parâmetros determinados na regulamentação podem ser flexibilizados e necessitam de análises específicas. A estrutura administrativa responsável pela análise dos trabalhos técnicos, pode percorrer secretarias, juntas e departamentos municipais para sua revisão e análise, até seguir para aprovação.

2.3. Levantamento planialtimétrico e cadastral

Consiste na técnica de, em uma única representação, obter-se as coordenadas horizontais (X,Y) e verticais (Z) do terreno, ou seja, quando apresentada conjuntamente o

levantamento planimétrico e altimétrico, tem-se uma representação tridimensional da área levantada (TULER E SARAIVA, 2014).

A representação deve ser composta pela poligonação, ato de percorrer o contorno de um itinerário definido por uma série de pontos, medindo-se todos os ângulos e distâncias dos lotes, do sistema viário, das áreas vazias, quadras, divisas, muros ou cercas das ocupações, dos taludes, córregos, equipamentos públicos e espaços livres (TULER E SARAIVA, 2014).

2.3.1. Estação total

A estação total é responsável pela evolução do teodolito eletrônico, onde é possível realizar a coleta da medida angular de um ponto de interesse, além da distância em relação ao equipamento. Com esses dados, é possível se obter o desnível entre pontos e das coordenadas a partir do plano cartesiano estabelecido pelo equipamento. Sua facilidade também se destaca sobre a possibilidade de alimentação de informações como *offset* do prisma, da altura do instrumento em relação ao solo (essencial para coleta de altimetria), da altura do alvo (prisma, faixa refletiva ou ponto natural), da unidade de medida angular e unidade de distância. (VEIGA et al., 2012).

2.3.2. GNSS RTK

O RTK (*Real Time Kinematic*) é uma técnica de posicionamento e coleta de pontos, onde o levantamento é caracterizado pela particularidade de obtenção de coordenadas geodésicas em tempo real. Um sistema GNSS RTK é composto por dois receptores, uma base estática que recebe sinal de satélite constantemente para corrigir sua posição de forma mais precisa, e um *rover* móvel que também recebe sinais de satélite, porém utiliza-se da comunicação de rádio interno com a base para realização de trilateração e correção das coordenadas (MONICO, 2008). Para operação de ambos os equipamentos é utilizado um *software* apropriado que realiza processamento e a validação dos dados em uma coleta móvel, esse deve acompanhar o *rover* na coleta dos pontos.

2.3.2.1. Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS)

O *Global Navigation Satellite System* (GNSS) possibilita a localização de um ponto em qualquer localidade da superfície terrestre, por meio de receptores responsáveis que recebem os sinais de satélites. Dentre os principais sistemas estão o mundialmente utilizado GPS e o GLONASS, muito difundido em aparelhos móveis (COELHO JUNIOR; ROLIM NETO E ANDRADE, 2014).

O funcionamento básico dos aparelhos de GPS consiste na interação entre o receptor e os sinais de satélite “O receptor mede a diferença entre o tempo que o padrão é recebido e o tempo que foi emitido. Essa diferença, [...], permite que o receptor calcule a distância ao satélite emissor multiplicando-se a velocidade do sinal pelo tempo que o sinal de rádio levou do satélite ao receptor.” (ALVES, 2016).

2.4. Levantamento aerofotogramétrico

A aerofotogrametria consiste em um conjunto de procedimentos que obtém a representação de uma parte da superfície terrestre a partir de fotografias aéreas por meio de uma câmera posicionada perpendicularmente ao solo (PEGORARO; GUBIANI; PHILIPS, 2013). Sua execução é feita com auxílio de uma aeronave, podendo ela ser ou não tripulada.

As aeronaves não tripuladas são denominadas VANTs (veículos aéreos não tripulados), são considerados “reutilizáveis e controlados, sendo que estes veículos podem voar de forma autônoma, semiautônoma ou manualmente, guiados por controle remoto” (EISENBEISS, 2004). Os VANT's possuem custo de operação bastante reduzido devido necessitar de somente um operador para realização das missões de voo. Em aeronaves tripuladas, como aviões, os custos de aluguel da aeronave, o gasto com tripulação e com combustível não o tornam uma opção viável para projetos de pequena escala.

2.4.1. Veículo aéreo não tripulado – VANT

As aeronaves contempladas nessa categoria têm como principal característica já citada, a capacidade de operar sem um piloto a bordo. São equipamentos guiados por sistema de GPS embarcado e realizam a captura de imagens na grande maioria dos casos, por meio de uma câmera acoplada ao seu corpo (SILVA JÚNIOR. et al., 2015).

Com o passar dos anos e aumento da tecnologia embarcada das aeronaves, seu uso passou a ser aplicado nas mais diversas áreas, tendo seu destaque no sensoriamento remoto, porém apresenta aplicação nas mais diversas áreas, como: monitoramento ambiental, agricultura de precisão e planejamento urbano (LONGHITANO, 2010).

As aplicações cartográficas atuais estão na cartografia, onde os dados podem ser utilizados para elaboração de modelo digitais de terreno, modelo digital de superfície, elaboração de curvas de nível, cálculos de volume para corte e aterro e a realização de medidas (VENTURINI, 2015).

3. METODOLOGIA

3.1. Área de estudo

Para esse estudo foi escolhido o conjunto habitacional Gramoré, alvo de regularização fundiária pelo projeto Regularização Fundiária Urbana das Unidades Habitacionais dos Diversos Municípios que Compõem o Estado do Rio Grande do Norte (REURB), em parceria com a Companhia Estadual de Habitação e Desenvolvimento Urbano (CEHAB) e Governo do Estado do RN.

A área está localizada no bairro Lagoa Azul na zona norte da cidade do Natal/RN (Anexo 1), ao lado da zona proteção ambiental 9 (ZPA-09), com área territorial total de 984.840,00 m², área loteada de 60 quadras com 1708 lotes ocupando 397794,80 m² (40,49%). O sistema viário, com 85 vias, ocupa a parcela de 265098,87 m² (26,99%), os Espaços Livres ocupam 246152,77 m² (25,06%), os Equipamentos Comunitários ocupam 50994,75 m² (5,19%), e as Áreas Públicas Estaduais ocupam 22330,08 m² (2,27%) (Acesso À Terra Urbanizada, 2020 memorial). com uma população de 5.978 habitantes (IBGE, 2016).

Para realização dos levantamentos foram escolhidas as quadras 33 e 34 (figura 1), devido sua localização centralizada, além da morfologia e quantidades de lotes semelhante as demais quadras do conjunto, dessa forma se assemelhando as condições de campo encontradas durante os levantamentos em perímetro urbano.

Figura 1: Quadras 33 e 34 do conjunto Gramoré.



Fonte: Google Earth, 2020.

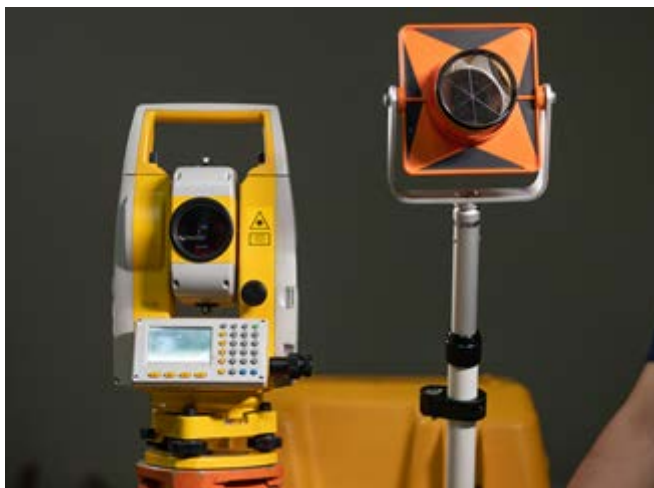
3.2. LEVANTAMENTO PLANIALTIMÉTRICO

3.2.1. Equipamentos

3.2.1.1. Estação total

A estação total utilizada foi uma estação modelo GD2i da marca Geodetic (figura 2), com precisão angular de 2", precisão linear de 2mm + 2ppm com prisma, alcance de leitura sem prisma de até 800m e com prisma de até 5000m, luneta com aumento ótimo de 30x, prumo laser e duplo compensador líquido-elétrico com 1" de precisão e compensação até +/- 4' (CPE, 2020).

Figura 2: Modelo de estação e prisma utilizado.



Fonte: Acervo do Núcleo Acesso à Terra urbanizada, 2020.

3.2.1.2. GNSS RTK

O GNSS RTK utilizado para realização do levantamento, foi X91+ da marca CHC (figura 3), possui tempo de inicialização RTK abaixo de 10 segundos, capacidade de rastreamento de sinais GPS, GLONASS, SBAS e Galileo. Rádio interno com potência de 1w, memória interna com 4GB, precisão horizontal de 8mm+1ppm e precisão vertical de 15mm+1ppm.

Figura 3: Receptor GNSS RTK utilizado.



Fonte: Acervo do Núcleo Acesso à Terra urbanizada, 2020.

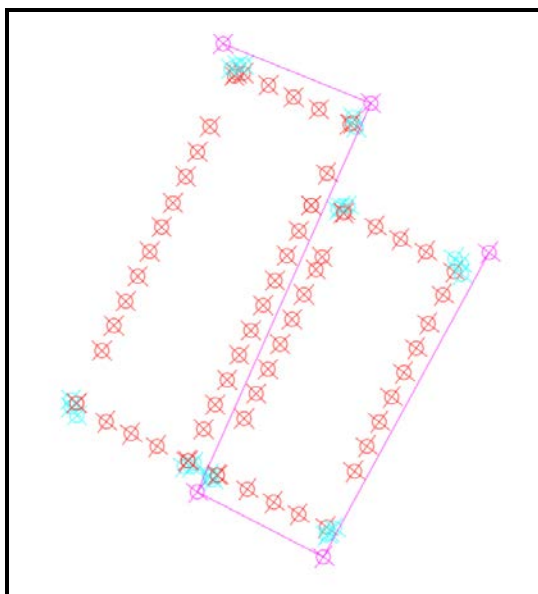
3.2.2. Levantamento de dados planialtimétrico com estação total

Tendo conhecimento da área de levantamento, foi decidido a realização de levantamento com poligonal aberta com pontos de estação orientados por “ré”. A primeira estação foi montada em ponto que favorecesse a coleta ad maior quantidades de informações e os pontos de Vante foram sento escolhidos de forma que possibilitasse a visada da maior quantidade de novos elementos possíveis. Os cinco pontos de estação estabelecidos e a poligonal podem ser vistos em cor magenta na figura 5.

A metodologia de medição adotada foi de uma a baliza com altura mínima de 1,58m e máxima ajustável de até 2,60m e prima simples com alvo e offset de 30mm. Os pontos coletados foram os limites das calçadas, testadas dos lotes e os limites das duas quadras estudadas. Ao todo foram coletados 88 pontos irradiados, na figura 5 pode ser visto os limites de calçada em ciano, testadas de lote e limites de quadra em vermelho.

O Georreferenciamento do levantamento foi feito a partir da coleta dos pontos de base com o auxílio de GNSS RTK modelo X91+ da marca CHC.

Figura 4: Disposição das estações e pontos irradiados



Fonte: Autor, 2020.

3.2.3. Levantamento de dados planialtimétrico com GNSS RTK

Para realização do levantamento com GNSS RTK, inicialmente foi montado a base do equipamento em uma praça ao lado da área de estudo, conforme figura 6. Para configuração do dispositivo de base foi adotado elevação de máscara de 10° , medição inclinada para compensar qualquer leve movimentação sofrida pelo equipamento, o ponto de base foi armazenado com o auxílio de 10 medidas consecutivas. A configuração do dispositivo *rover* foi feita com elevação de máscara de 10° e medição vertical para que a coleta dos pontos seja feita a partir da projeção vertical do dispositivo com o chão.

O levantamento foi realizado em sua grande maioria com altura do bastão de 1,60m, os pontos coletados foram os limites das calçadas, testadas dos lotes e os limites das duas quadras estudadas. Ao todo foram coletados 102 pontos, conforme disposição da figura 7.

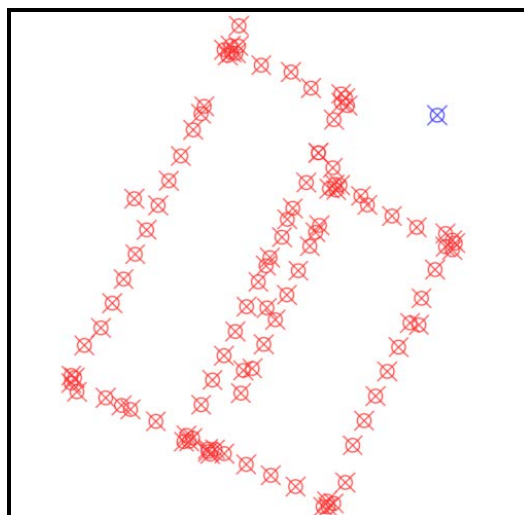
Para garantir o melhor posicionamento e qualidade dos pontos, o dispositivo de base foi deixado ligado e imóvel durante o período de 3h.

Figura 5: Localização ponto de base do GNSS RTK



Fonte: Google Earth, 2020.

Figura 6: Disposição dos pontos coletados com GNSS RTK

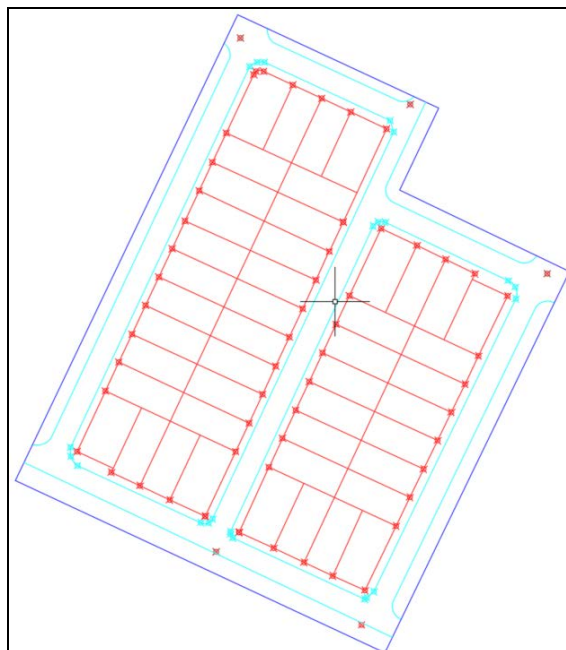


Fonte: Autor, 2020.

3.2.4. Processamento dos Dados de Estação Total

Com a aquisição dos pontos coletados, o arquivo PTS referente ao levantamento executado foi importado da estação e convertido no formato .DXF com o auxílio do *software* gratuito *Hlink*. O arquivo convertido foi processado com o auxílio da versão estudantil do *software AutoCAD* versão estudantil 2017 onde foi feito a geração dos polígonos dos lotes e das quadras, contorno das calçadas (Figura 8).

Figura 7: Polígonos dos lotes, quadras e contorno de calçadas

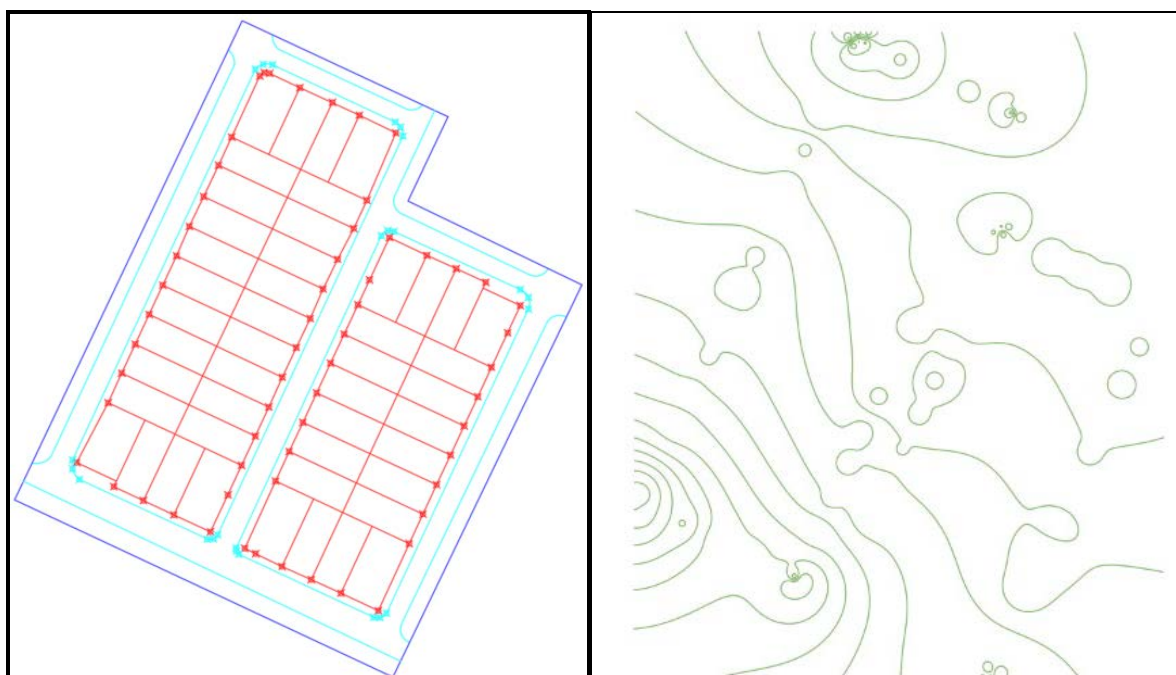


Fonte: Autor, 2020.

3.2.4. Processamento dos Dados do GNSS RTK

Com o auxílio da unidade coletora foi gerado um arquivo .DXF com os pontos coletados, o arquivo foi importado com o auxílio do *software Windows Device Mobile Center* e processados com auxílio do *Software AutoCAD 2017* versão de estudante onde foi feito a geração dos polígonos dos lotes e das quadras, contorno das calçadas além da extração dos dados de curva de nível com auxílio do *software* gratuito Qgis (Figura 9 “a” e “b”).

Figura 8: Polígonos dos lotes, quadras e contorno de calçadas (a), Curvas de nível (b)



Fonte: Autor, 2020.

3.3. Levantamento aerofotogramétrico

3.3.1. Equipamento

Para a realização do levantamento aerofotogramétrico foi utilizado um VANT quadricóptero, da marca DJI modelo *Phantom 4 Pro RTK* (figura 4), sendo este equipado com uma câmera de 20 megapixels, GNSS do tipo RTK na qual permite correção simultânea com auxílio de uma base em solo das coordenadas das imagens aéreas obtidas com precisão centimétrica, dando assim maior confiabilidade aos dados extraídos. Possui ainda autonomia de voo médio de 25 minutos por bateria podendo operar no máximo 1 Km² por voo.

Figura 9: VANT quadricóptero utilizado.



Fonte: Acervo do Núcleo Acesso à Terra urbanizada, 2020.

3.3.2. Planejamento de Voo

O planejamento de voo foi realizado com o aplicativo DJI TERRA, nativamente presente no sistema do controle do PHANTON 4 PRO RTK, nele foi definido a área do voo, maior que a área de estudo, altura do voo, taxa de sobreposição e velocidade de voo, definida essas variáveis é retornado o tempo de voo, quantidade de baterias necessárias e GSD (*Ground sample distance*).

Os parâmetros de voo utilizados então presentes na tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros de voo

Altura de Voo	100 metros
Velocidade de Voo	8,5 m/s
Sobreposição Lateral	60%
Sobreposição Longitudinal	80%
Tempo de Voo	4m 42s
GSD	3,0 cm

Fonte: Autor, 2020.

3.3.3. Planejamento dos pontos de controle e verificação e realização do voo

Para a realização do voo foi adotado a utilização de alvos pré-sinalizados com dimensões de 50x50cm (Figura 10), ao todo foi planejado a colocação de 7 alvos, sendo eles 04 pontos de controle (PC1, PC2, PC3 e PC4) e três pontos de verificação (PV1, PV2 e PV3). Estes pontos são utilizados respectivamente para melhorar a exatidão dos produtos gerados e verificação da qualidade dos mesmos.

Os alvos foram distribuídos equidistantes, de forma a cobrir toda a área de estudo, conforme figura 11.

O voo realizado obteve um total de 47 fotografias aéreas, que foram avaliadas e processadas para a obtenção dos resultados.

Figura 10: Modelo de alvo pré-sinalizado utilizado

Fonte: Autor, 2020.

Figura 11: Distribuição de alvos na área de estudo



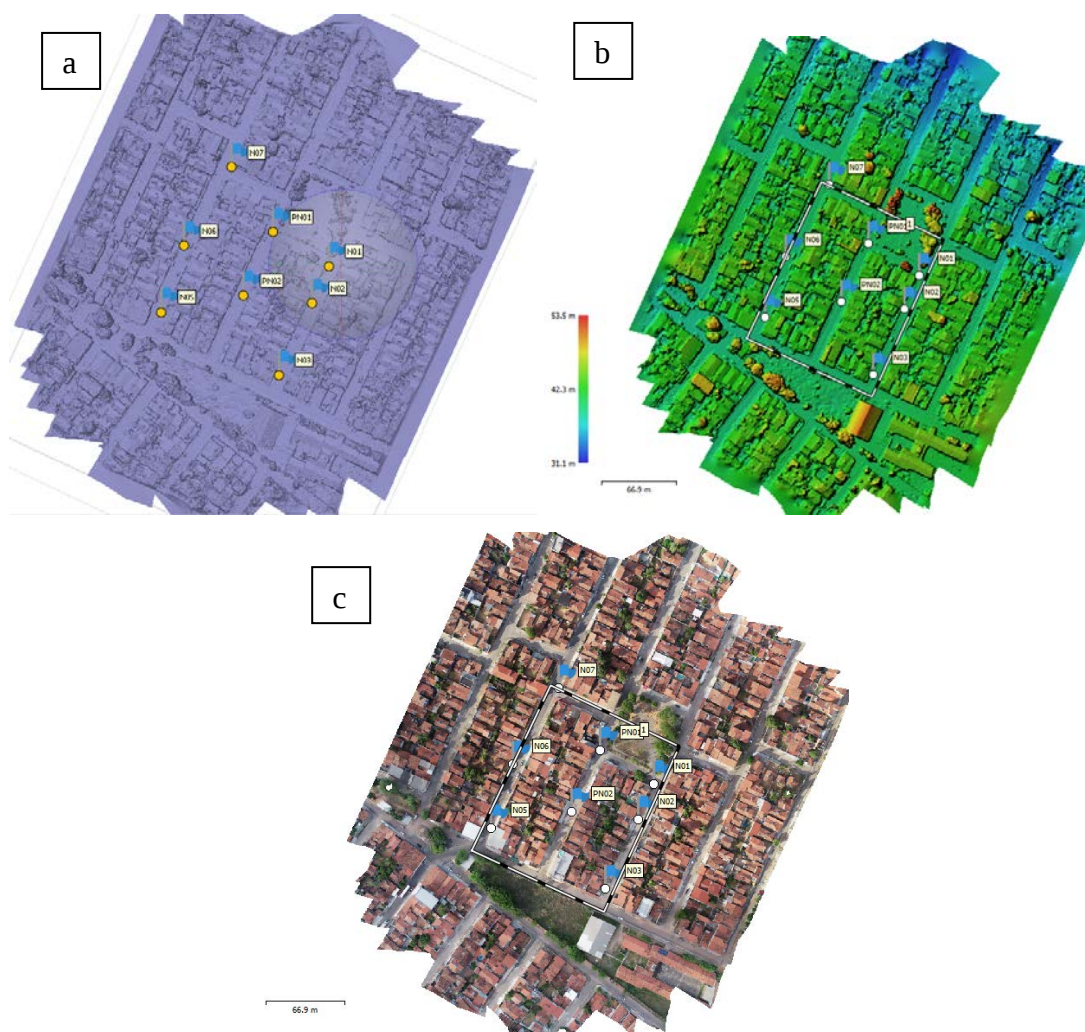
Fonte: Autor, 2020.

3.3.4. Processamento das imagens

Após a obtenção as imagens passaram por um processamento através da versão demonstrativa do software *Agisoft Photoscan Metashape*. Antes da realização do processamento é necessário a verificação das imagens aéreas, de modo a analisar possíveis erros ou distorções presentes nas mesmas.

Com a análise concluída foi realizado o processamento das imagens aéreas adquirindo uma nuvem densa de pontos, um modelo digital de superfície (MDS), modelo digital de elevação (MDE), e geração de ortomosaico. A geração do MDS, MDE e ortomosaico podem ser vistos respectivamente na Figura 12 “a”, “b” e c”.

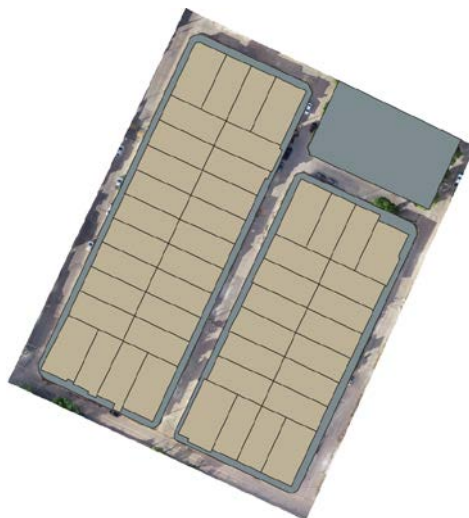
Figura 12: MDS (a); MDE (b) e Ortomosaico (c).



Fonte: Autor, 2020.

Após elaboração do ortomosaico foi feito a exportação para o *software* QGIS versão 3.16.1, onde foi feito a vetorização manual das quadras, lotes e contornos de calçadas. O processo pode ser observado na Figura 13.

Figura 13: Processo de vetorização.



Fonte: Autor, 2020.

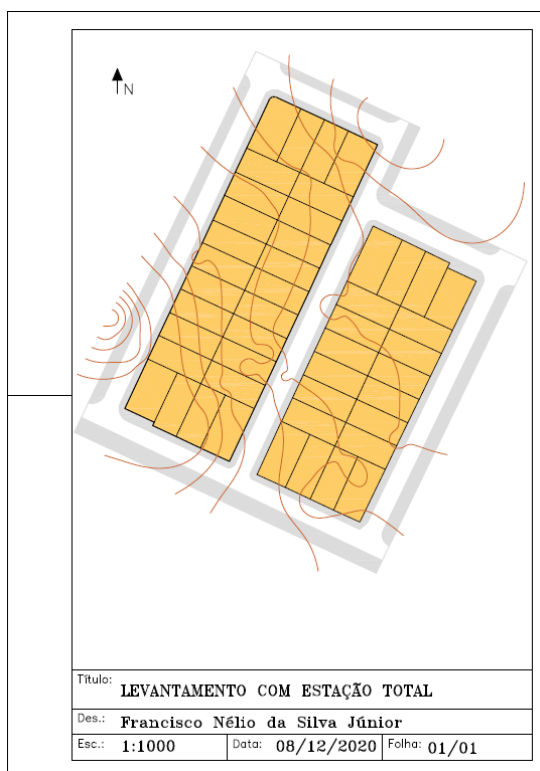
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Levantamento planialtimétrico

4.1.1. Planta planialtimétrica

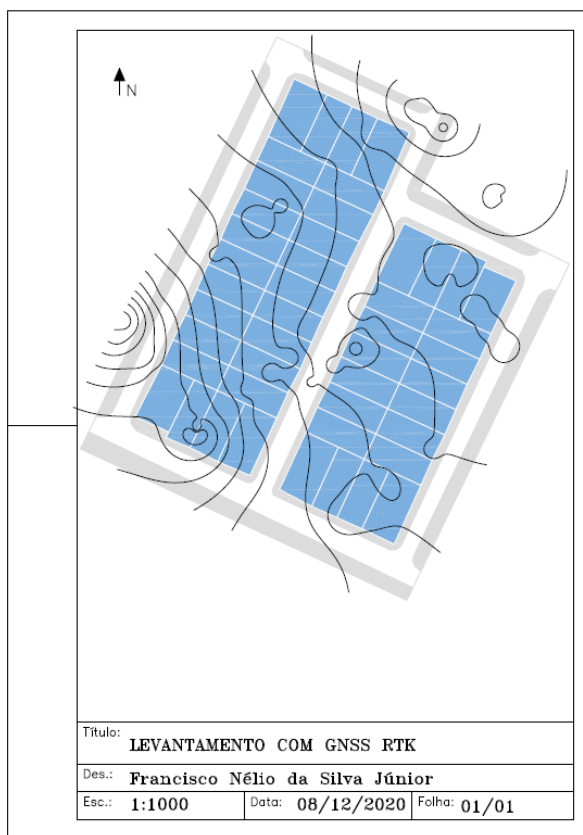
A partir do processamento dos pontos irradiados de estação total no *software* AutoCAD 2017 versão de estudante e georreferenciados no sistema UTM pelos pontos de estação, foi elaborado a planta planimétrica conforme vista na figura14.

Figura 14: Levantamento planialtimétrico com estação total



Fonte: Autor,2020.

Com o processamento dos pontos de GNSS RTK, foi elaborado a planta planialtimétrica conforme vista na figura 15.

Figura 15: Levantamento planialtimétrico com GNSS RTK.

Fonte: Autor, 2020.

Foram contabilizados 46 lotes, com duas dimensões, 38 lotes com medidas 10x22,5m (LxA) e 8 lotes com medidas de 12,5x22,5m (LxA), a área de estudo tem altura que varia de 39,35m a 40,60m.

O tempo para elaboração dos produtos da estação total pode ser visto na tabela 2 e do GNSS RTK na tabela 3.

Tabela 2: Tempo para elaboração dos produtos com estação total

Atividade:	Tempo:
Coletas de pontos por irradiação	2h 21min
Coleta de pontos de estação com GNSS RTK	3h
Processamento de dados	4h
Total:	9h 21min

Fonte: Autor, 2020.

Tabela 3: Tempo para elaboração dos produtos com GNSS RTK

Atividade:	Tempo:
Coletas de pontos	3h
Processamento de dados	3h
Total:	6h

Fonte: Autor, 2020.

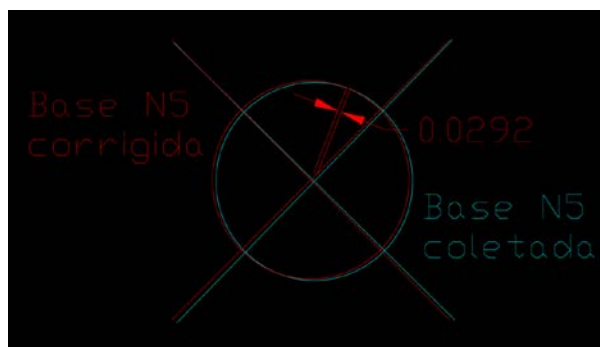
Os produtos apresentados após o processamento das duas metodologias se apresentam semelhantes, em ambas foi possível a coleta de todos os pontos necessários para reconstituição dos lotes da área de estudo, porém o GNSS RTK apresentou dificuldade na coleta de alguns pontos devido a presença de obstáculos, como árvores e coberturas que dificultaram a comunicação horizontal com a base, fazendo com que fosse necessários a projeção dos mesmos durante a etapa de vetorização, problema não encontrado com pontos vindos da estação total. Porém a geração de curvas de nível se mostrou muito facilitada com os pontos adquiridos do GNSS RTK, pois os mesmos já podem ser diretamente exportados diretamente da unidade coletora, sem necessidade de processamentos prévios, quando comparado aos pontos de estação total.

Em relação ao tempo de execução é possível notar que a obtenção do produto é cerca de 55% mais rápida para a metodologia de GNSS RTK quando comparado a utilização de estação total, o principal fator para essa diferença está na necessidade do georreferenciamento após a realização da coleta de pontos.

4.1.2. Análise de erro

Tendo em vista que o georreferenciamento do levantamento foi com base do alinhamento do primeiro ponto de base (N1) em relação ao último (N5), a verificação do erro linear da poligonal foi feita com a verificação de distância entre a posição levantada de N5 ponto de estação colocado no levantamento, e a posição real desse ponto após correção das coordenadas com PPP (posicionamento por ponto preciso).

O erro linear da poligonal verificado foi de 2,92 cm. A análise pode ser vista na Figura 16, onde o ponto corrigido se apresenta em vermelho e o ponto coletado em ciano.

Figura 16: Verificação de erro de posicionamento de N5

Fonte: Autor, 2020.

Após a verificação é possível observar que o erro acumulado na poligonal é baixo e compatível com que é exigido para levantamento planialtimétrico cadastral para fins de REURB, que é 8cm, conforme decreto 9.310 de 2018.

4.1.3. Custos Relacionados

A estimativa de custo foi realizada com base no Simulador Referencial de Preços de Serviços de Agrimensura (ALMIRA, 2020). A referência utilizada pode ser vista na Tabela 4. O custo calculado está demonstrado na Tabela 5.

Tabela 4: Referência de custos utilizada.

Serviço:	Referência:	Valor:
Levantamento	Até 3.000m ²	R\$ 3.891,69 (und)
planialtimétrico cadastral de	3.001 m ² até 10.000 m ²	R\$ 1,30 por m ²
área urbana ou suburbana	Acima de 1ha	R\$ 1,02 por m ²

Fonte: Adaptado de ALMIRA, 2020.

Tabela 5: Custo calculado:

Área de estudo	Valor de referência:	Custo calculado:
19.405,82m ²	R\$ 1,02 por m ²	R\$ 19.793,93

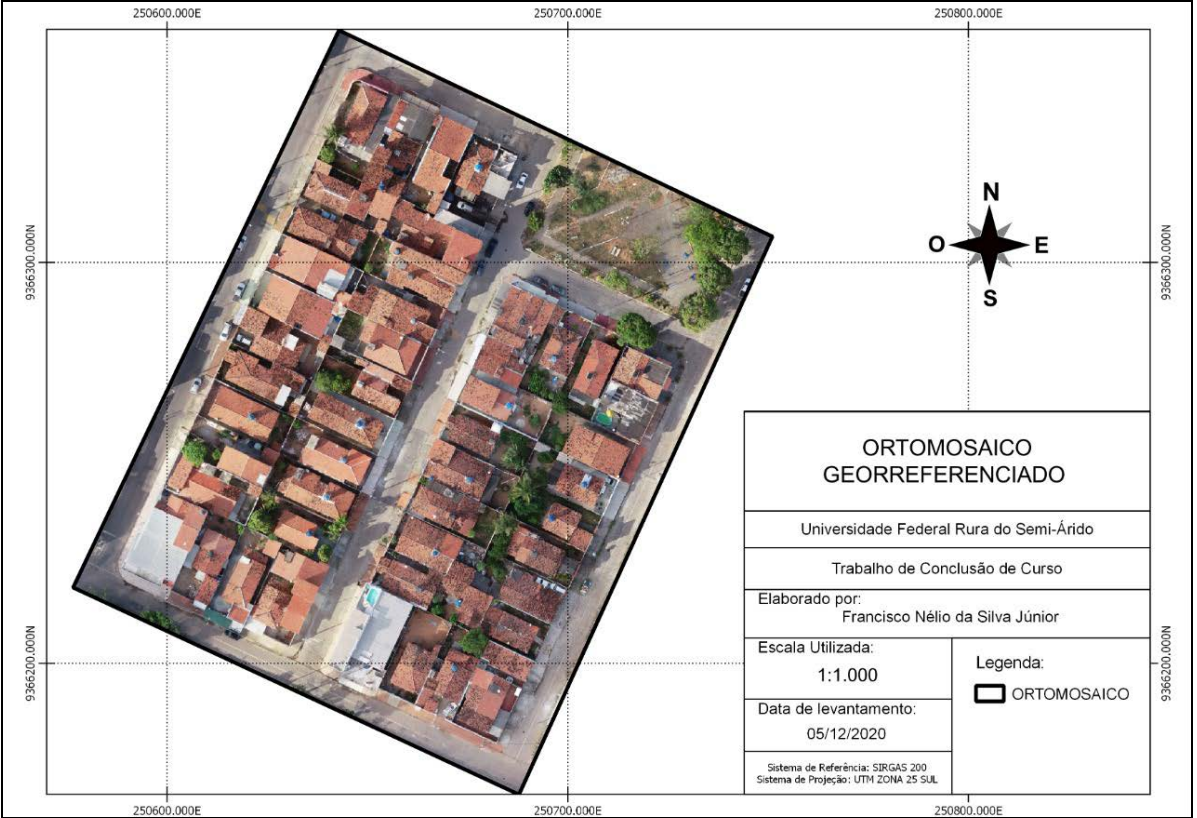
Fonte: Autor, 2020.

4.2. Levantamento aerofotogramétrico

4.2.1. Ortomosaico processado

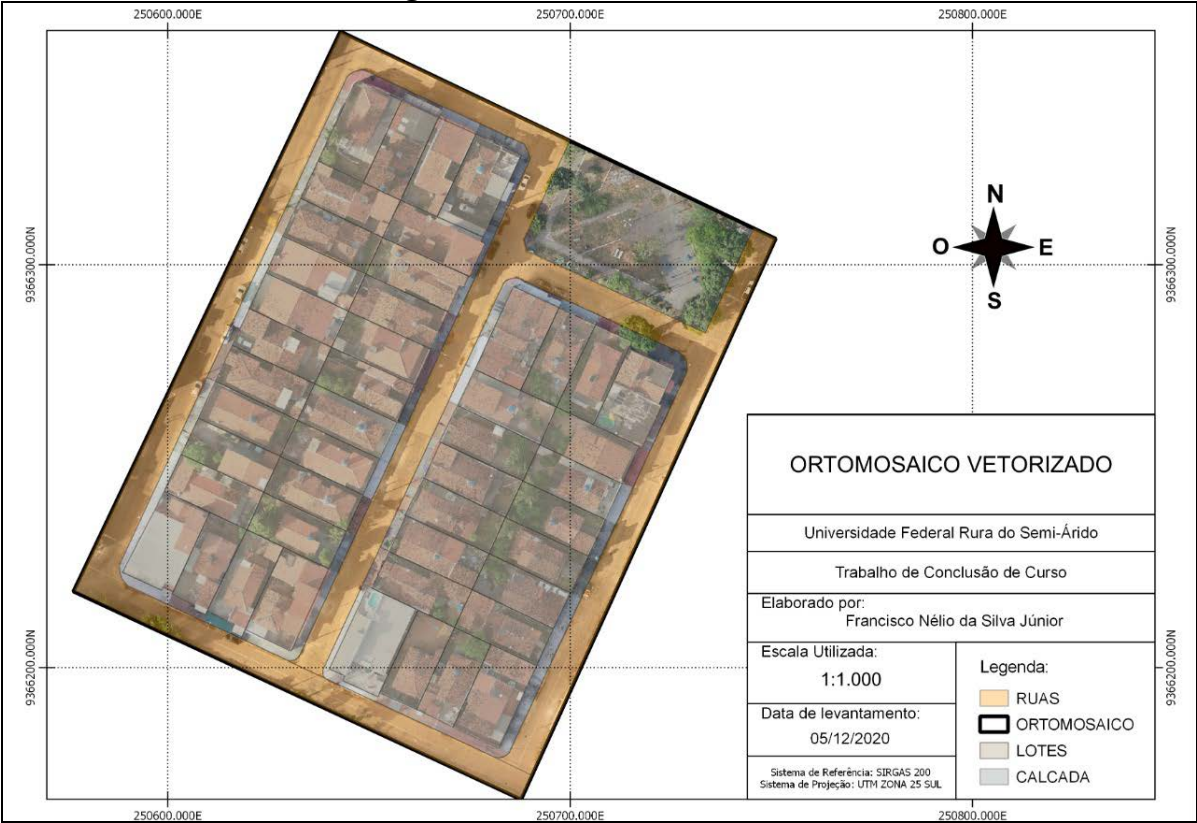
Com o auxílio do QGIS versão 3.16.1 foram gerados dois mapas como produto do aéreo, um ortomosaico georreferenciado visto na Figura 17 e ortomosaico vetorizado visto na Figura 18.

Figura 17: Ortomosaico georreferenciado.



Fonte: Autor, 2020.

Figura 18: Ortomosaico vetorizado



Fonte: Autor, 2020.

O tempo para elaboração dos produtos pode ser visto na tabela 6.

Tabela 6: Tempo para elaboração dos produtos com estação total

Atividade:	Tempo:
Levantamento aéreo com pontos de controle	1h 30min
Processamento de dados	7h
Total:	8h 30m

Fonte: Autor, 2020.

O levantamento com uso de VANT se mostrou muito rápido em relação ao tempo de voo, como demonstrado na Tabela 1 é necessário 4min 42seg para a cobertura de toda a área de estudo, porem a necessidade de coleta dos alvos com exatidão demanda muito tempo.

Também se mostrou um produto muito versátil, é possível a geração de produtos com ótima qualidade visual e de fácil vetorização, entretanto o manuseio das imagens para processamento exige muito do processamento do computador, tornado o processo lento. A geração de curvas de nível se torna complexa, pois a presença de edificações, árvores, veículos e outros obstáculos interferem diretamente no resultado final diminuindo sua exatidão, motivo o qual impediu a elaboração pela referente metodologia empregada.

4.2.2. Análise de erro

A partir do relatório de processamento apresentado pelo próprio *software Agisoft Photoscan*, pode-se verificar as discrepâncias obtidas em centímetros, entre as coordenadas reais da região obtidas pelos pontos de verificação, com as coordenadas apresentadas pelo ortomosaico. A Tabela 7 e 8 indicam respectivamente os erros obtidos para os pontos de controle e verificação, bem como dados referentes a média, variância e desvio padrão.

Tabela 7: Erros, Média, Variância e desvio padrão relativos aos pontos de controle.

Ponto	Erro em X (cm)	Erro em Y (cm)	Erro em Z (cm)	Acumulado (cm)
N01	0,456145	-0,030827	-0,014548	0,457417
N03	0,153836	-0,600354	-0,002960	0,619757
N05	0,629696	-0,030934	-0,006398	0,630488
N07	-0,061115	-0,319357	0,001097	0,325154
Média	0,304991	-0,175146	-0,004679	0,538587
Variância	0,094911	0,074500	0,000044	0,021161
Desvio Padrão	0,308077	0,272947	0,006645	0,145469

Fonte: Autor, 2020.

Tabela 8: Erros, Média, Variância e desvio padrão relativos aos pontos de verificação.

Ponto	Erro em X (cm)	Erro em Y (cm)	Erro em Z (cm)	Acumulado (cm)
N02	-1,06672	-1,61793	0,01246	1,93797
N06	2,07339	0,10874	3,28966	3,89007
PN01	-0,55656	-3,76134	-1,16932	3,97803
Média	-0,55656	-1,61793	0,01246	3,89007
Variância	2,83953	3,75885	5,33653	1,33005
Desvio Padrão	1,68509	1,93877	2,31009	1,15328

Fonte: Autor, 2020.

Após a verificação é possível observar que o erro acumulado máximo das coordenadas X, Y e Z dos pontos de verificação é compatível com o que é exigido para levantamento planialtimétrico cadastral para fins de REURB, que é 8cm, conforme decreto 9.310 de 2018.

O relatório completo de processamento pode ser observado no Apêndice B.

4.2.3. Custos relacionados

Devido à falta de tabelas oficiais de precificação de serviços de levantamento com VANT, e devido se tratar de uma metodologia ainda muito recente, utilizou-se a referência fornecida pela Horus (2020) para precificação desse tipo de serviço.

A Tabela 9 apresenta a referência utilizada e a Tabela 10 os custos calculados.

Tabela 9: Referência de custos utilizada.

Serviço:	Referência:	Valor:
Levantamento	Custo fixo preestabelecido	R\$ 2.000,00
aerofotogramétrico	R\$/hc	R\$ 60,00

Fonte: Adaptado de HORUS, 2020.

Tabela 10: Custo calculado:

Área de estudo	Valor de referência:	Custo calculado:	Estimativa de custo:
19.405,82m ²	R\$ 60,00/hc + R\$ 2000,00	R\$ 2.120,00	0,11 R\$/m ²

Fonte: Autor, 2020.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação a produtividade, o levantamento com GNSS RTK se apresenta como o mais rápido sendo 55% mais rápido que a utilização de estação total, devido a velocidade de execução e 42% mais rápido que a utilização de VANT, devido seu rápido processamento. Porém é importante ressaltar que apesar de necessitar de um tempo muito maior para o processamento das informações, o levantamento com uso de VANT tem sua velocidade limitada pela necessidade de georreferenciamento dos pontos de controle e verificação, sendo possível a realização de levantamento de áreas maiores se utilizando do mesmo tempo para georreferenciamento.

Os custos estimados para realização das metodologias, mostrou que a utilização de levantamento aerofotogramétrico com VANT se mostrar uma alternativa muito mais econômica quanto comparada as outras duas técnicas mais tradicionais do mercado, representando quase um décimo do valor de um levantamento planialtimétrico tradicional.

A partir dos resultados obtidos é possível observar que todas as três metodologias apresentaram exatidão e produtos compatíveis com o que é necessário no Projeto de Regularização Fundiária. Foi possível a vetorização de todas as unidades habitacionais das quadras com os três métodos adotados, porém a utilização do GNSS RTK para obtenção de alguns pontos, como presença de obstáculos, impediu que o ponto fosse armazenado com exatidão, problema não encontrado nas outras duas metodologias. Também é importante ressaltar que o produto obtido com o uso de VANT se mostra com uma qualidade gráfica muito superior aos outros dois e pode ser utilizado para outras finalidades além da simples vetorização dos lotes, entretanto apresenta dificuldades para elaboração da altimetria.

Conclui-se então que as três metodologias não se apresentam como uma substituição de uma as outras, mas sim como um complemento entre elas, sendo necessário a utilização de duas ou três em conjunto para se atingir o melhor resultado possível em relação ao produto final.

REFERÊNCIAS

ALMIRA (comp.). **Capa Edições Anteriores A Editora Simulador Notícias Artigos Cursos Downloads Fórum Loja Virtual Simulador Referencial de Preços de Serviços de Agrimensura**: de acordo com a nbr 13.133/94 execução de levantamentos topográficos. Disponível em: amiranet.com.br/simulador. Acesso em: 08 dez. 2020.

ALVES, Sérgio. **A matemática do GPS**. 2016. Disponível em: <https://www.rpm.org.br/cdrpm/59/5.htm>. Acesso em: 08 dez. 2020.

EISENBEISS, Henri. A MINI UNMANNED AERIAL VEHICLE (UAV): SYSTEM OVERVIEW AND IMAGE ACQUISITION. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON "PROCESSING AND VISUALIZATION USING HIGH-RESOLUTION IMAGERY", 2004, Pitsanulok. p. 1-7.

FERNANDES, Cássia do Carmo Pires; SILVEIRA, Suely de Fátima Ramos da. AÇÕES E CONTEXTO DA POLÍTICA NACIONAL DE HABITAÇÃO: DA FUNDAÇÃO CASA POPULAR AO PROGRAMA "MINHA CASA, MINHA VIDA". In: ENCONTRO MINEIRO DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA, ECONOMIA SOLIDÁRIA E GESTÃO AMBIENTAL, 1., 2010, Viçosa. **Anais Encontro Mineiro de Administração Pública, Economia Solidária e Gestão Social II EMAPEGS**. Viçosa: Ufv, 2010. p. 08-21.

FIGUEIREDO JUNIOR, Carlos Magno Alhakim; NUNES, Marcus Antonius da Costa. REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA URBANA: estudo de caso do bairro nova conquista, São Mateus- ES. **Revista de Direito da Cidade**, [S.L.], v. 10, n. 2, p. 887-916, 20 abr. 2018. Universidade de Estado do Rio de Janeiro. <http://dx.doi.org/10.12957/rdc.2018.31769>.

HOLSTON, J. **Cidadania insurgente**: disjunções da democracia e da modernidade no Brasil. São Paulo: Companhia das Letras, 2013.

HORUS. **Quanto cobrar por um serviço com drones?** Disponível em: <https://horsaeronaves.com/quanto-cobrar-por-um-servico-com-drones/>. Acesso em: 08 dez. 2020.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – 2016**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

José Machado Coelho Júnior, Fernando Cartaxo Rolim Neto, Júlio da Silva Correa de Oliveira Andrade. **Topografia geral**. Recife : EDUFRPE, 2014. 156 p

KRAUSE, Cleandro. **IRREGULARIDADE FUNDIÁRIA E URBANÍSTICA NO BRASIL: BASES PARA UM PROJETO DE PESQUISA**. 2019. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9693>. Acesso em: 08 dez. 2020.

LEE, Shu Han. Introdução ao Projeto Geométrico de Rodovias. Curso de Engenharia Civil. 2000. Notas de aula. Universidade Federal de Santa Catarina.

_____**Lei federal nº 13.465/2017**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13465.htm>. Acesso em 08 de novembro de 2020.

____ **Lei federal nº 6.766/1979.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6766.htm>. Acesso em 08 de novembro de 2020.

LONGHITANO, George Alfredo. **VANTS para sensoriamento remoto: aplicabilidade na avaliação e monitoramento de impactos ambientais causados por acidentes com cargas perigosas.** 2010. 148 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharias de Transportes, Escola Politécnica do Estado de São Paulo, São Paulo, 2010.

MARICATO, Ermínia. Brasil 2000: qual planejamento urbano? **Cadernos IPPUR**, Rio de Janeiro, Ano XI, n. 1 e 2, p. 113-130, 1997.

MELO, Marcus André B C. **POLÍTICACA DE HABITAÇÃO E POPULIUSMO: O CASO DA FUNDAÇÃO DA CASA POPULAR.** **Revista de Urbanismo e Arquitetura**, Bahia, v. 3, n. 1, p. 39-61, set. 1990.

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo GNSS: Descrição**, Fundamentos e Aplicações. São Paulo: Unesp. 2008. 476p.

PAGANI, Eliane Barbosa dos Santos; ALVES, Moraes, Jolinda; CORDEIRO, Sandra Maria Almeida. Política de regularização fundiária urbana de interesse social em Londrina, Paraná. **Revista Katál.**, Florianópolis, v. 19, n. 2, p. 184-193, jul./set. 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rk/v19n2/1982-0259-rk-19-02-00184.pdf>>. Acesso em: 07 de dezembro de 2020.

PEGORARO, Antoninho João; GUBIANI, Juçara Salete; PHILIPS, Jurgen Wilhelm. **Veículo Aéreo Não Tripulado: Uma Ferramenta de Auxílio na Gestão Pública.** Santa Maria-RS, 2013.

SANTOS, C. H. M. Políticas Federais de Habitação no Brasil: 1964/1998. IPEA, Brasília, julho de 1999.

SILVA JÚNIOR, S. B. DA; FERREIRA, M. A. G. **RODOVIAS EM ÁREAS URBANIZADAS E SEUS IMPACTOS NA PERCEPÇÃO DOS PEDESTRES / Impacts of highways in urban sites - the pedestrians' perception.** **Sociedade & Natureza**, v. 20, n. 1, 14 ago. 2008.

TECNOLOGIA, Cpe. **Estação Total Geodetic GD2i-8.** 2020. Disponível em: <https://www.tudoemtopografia.com.br/estacao-total-geodetic-gd2i-8/prod-8005428/>. Acesso em: 07 dez. 2020.

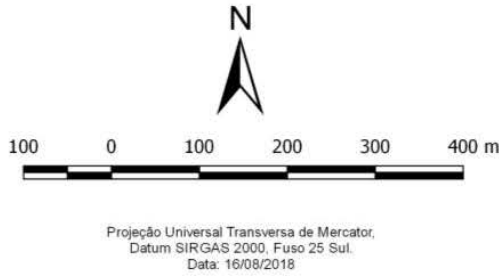
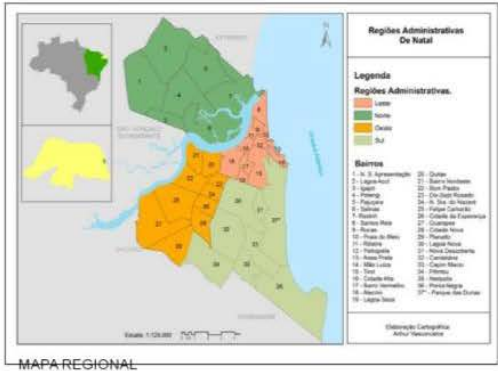
TULER, Marcelo; SARAIVA, Sérgio; FAGGION, Pedro Luis. **FUNDAMENTOS DE TOPOGRAFIA.** Porto Alegre: Bookman, 2014. 305 p.

VALLADARES, Lícia do Prado. “Estudos Recentes sobre a Habitação no Brasil: Resenha da Literatura”. In: VALLADARES, Lícia do P. (org). **Repensando a Habitação no Brasil.** Rio de Janeiro: **Zahar Editores**, 1983, pp. 21-77.

VEIGA, Luis Augusto Koenig; ZANETTI, Maria Aparecida Zehnpfennig; FAGGION, Pedro Luis. **FUNDAMENTOS DE TOPOGRAFIA: engenharia cartográfica e de agrimensura.** Paraná: Cartográfica UFPR, 2012. 274 p. (VEIGA ET AL., 2012).

VENTURINI, André Borin. **Imagens de veículos aéreos não tripulados aplicados para dimensionamento de redes de microdrenagem pluvial**. 2015. 80 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

APÊNDICE 1 – MAPA DE LOCALIZAÇÃO DO GRAMORÉ



APÊNDICE 2 – RELATÓRIO DE PROCESSAMENTO

Quadras 33 e 34

Relatório de processamento

07 December 2020



Survey Data

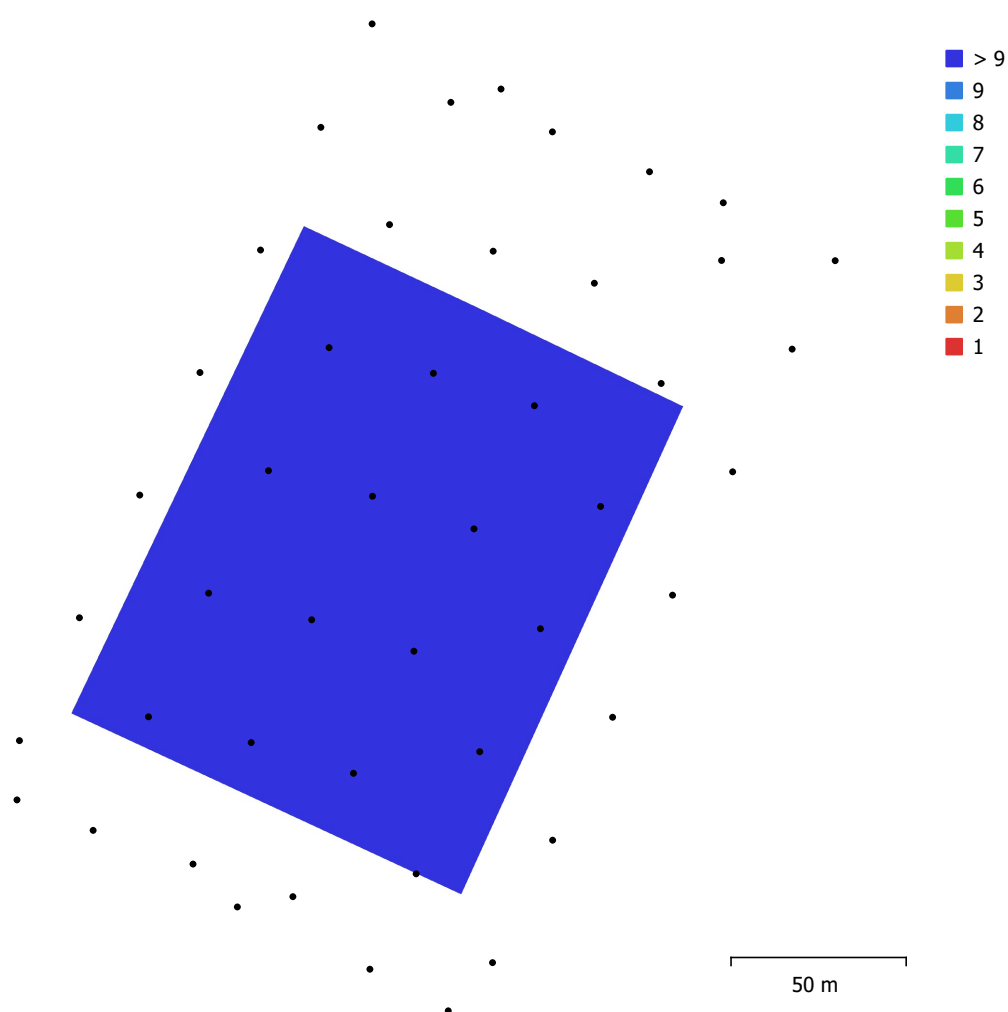


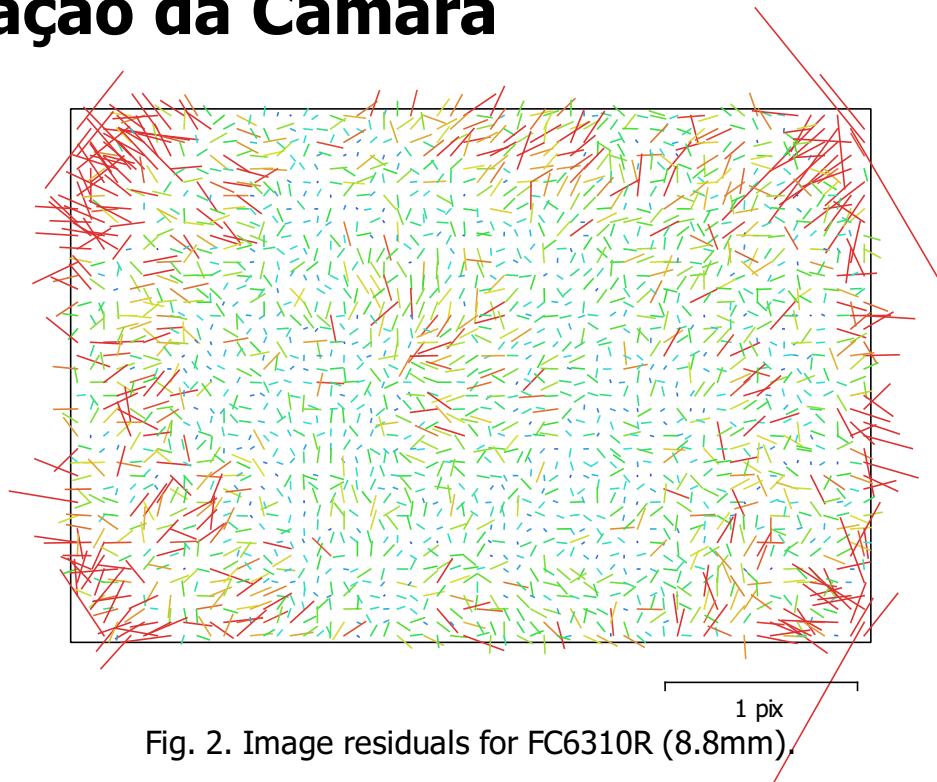
Fig. 1. Camera locations and image overlap.

Number of images:	47	Camera stations:	47
Flying altitude:	117 m	Tie points:	71,022
Ground resolution:	2.85 cm/pix	Projections:	196,898
Coverage area:	0.0186 km^2	Reprojection error:	1.01 pix

Camera Model	Resolution	Focal Length	Pixel Size	Precalibrated
FC6310R (8.8mm)	5472 x 3648	8.8 mm	2.41 x 2.41 um	Sim

Table 1. Cameras.

Calibração da Câmera



FC6310R (8.8mm)

47 images, precalibrated

Type	Resolution	Focal Length	Pixel Size
Frame	5472 x 3648	8.8 mm	2.41 x 2.41 um

	Valor	Error	F	Cx	Cy	B1	B2	K1	K2	K3	P1	P2
F	3760.62	3.4	1.00	-0.17	0.65	0.03	0.06	-1.00	0.97	-0.93	0.06	-0.64
Cx	15.7014	0.1		1.00	-0.09	-0.13	-0.08	0.17	-0.17	0.16	-0.82	0.09
Cy	32.9307	0.11			1.00	0.06	-0.04	-0.65	0.64	-0.62	0.03	-0.93
B1	-0.263806	0.013				1.00	0.00	-0.03	0.02	-0.02	0.11	-0.07
B2	-0.0870369	0.012					1.00	-0.06	0.06	-0.06	0.09	0.02
K1	-0.276838	0.0005						1.00	-0.99	0.96	-0.06	0.64
K2	0.118263	0.00044							1.00	-0.99	0.05	-0.62
K3	-0.0352983	0.0002								1.00	-0.04	0.61
P1	-0.000633295	4.6e-06									1.00	-0.02
P2	0.000238589	5.6e-06										1.00

Table 2. Calibration coefficients and correlation matrix.

Camera Locations

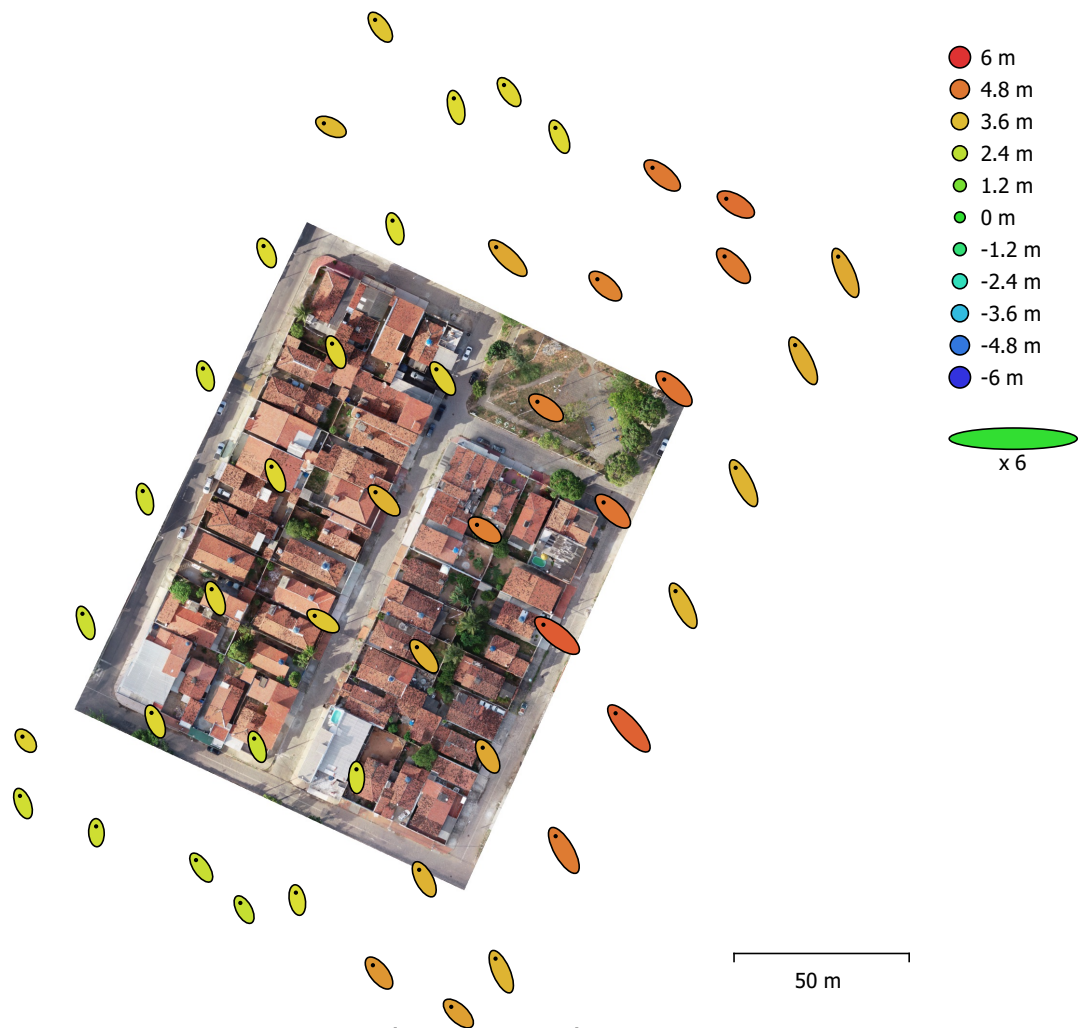


Fig. 3. Camera locations and error estimates.

Z error is represented by ellipse color. X,Y errors are represented by ellipse shape.
Estimated camera locations are marked with a black dot.

X error (m)	Y error (m)	Z error (m)	XY error (m)	Total error (m)
0.643102	0.887934	3.74328	1.09636	3.90053

Table 3. Average camera location error.

X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

Ground Control Points

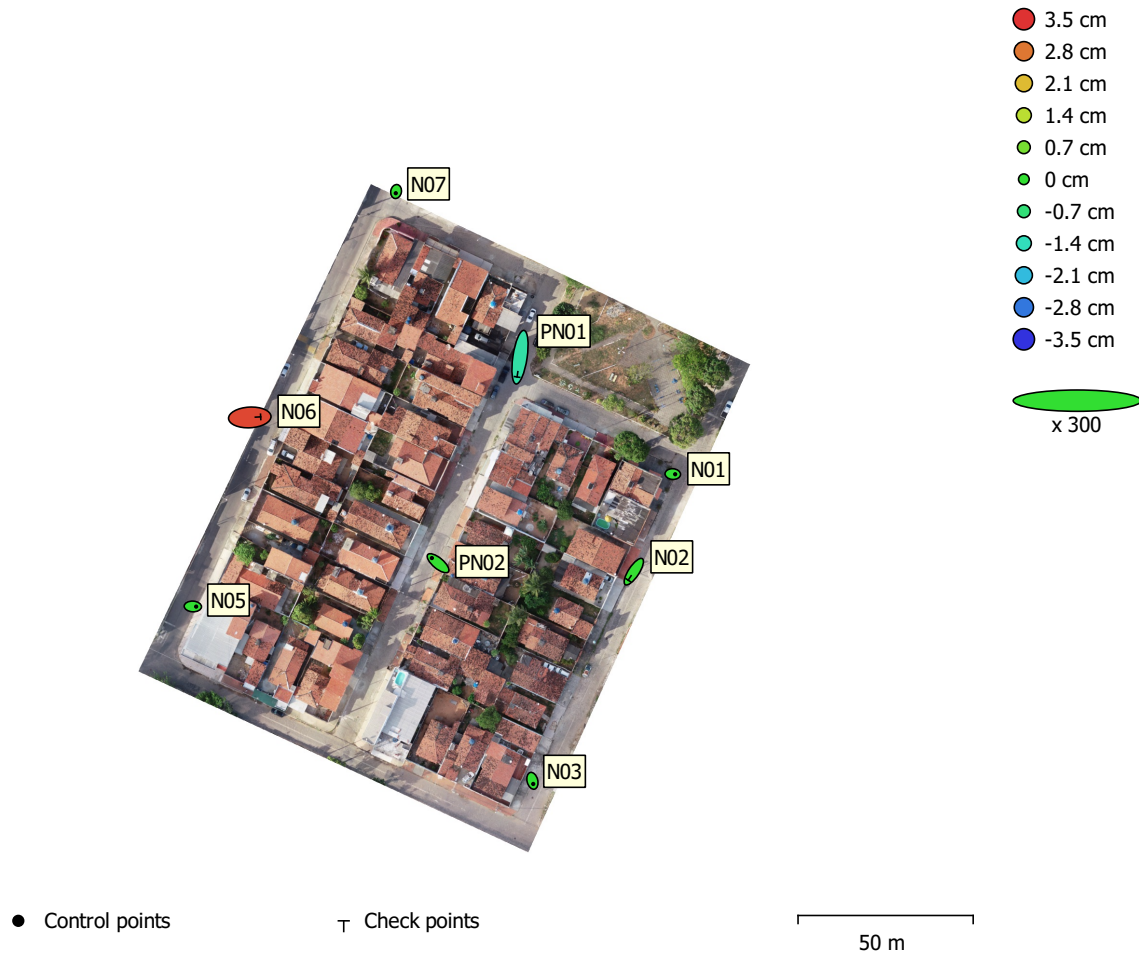


Fig. 4. GCP locations and error estimates.

Z error is represented by ellipse color. X,Y errors are represented by ellipse shape.
Estimated GCP locations are marked with a dot or crossing.

Número	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
5	0.635518	0.533979	0.0110008	0.83007	0.830143

Table 4. Control points RMSE.
X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

Número	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
3	1.38403	2.36482	2.01571	2.74006	3.40162

Table 5. Check points RMSE.
X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

Rótulo	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	Total (cm)	Imagem (pix)
N01	0.456145	-0.0308266	-0.014548	0.457417	0.334 (17)
N03	0.153836	-0.600354	-0.00296026	0.619757	0.335 (17)
N05	0.629696	-0.030934	-0.00639772	0.630488	0.340 (14)
N07	-0.0611154	-0.319357	0.00109655	0.325154	0.259 (13)
PN02	-1.17789	0.980482	0.0185079	1.53268	1.047 (19)
Total	0.635518	0.533979	0.0110008	0.830143	0.582

Table 6. Control points.
X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

Rótulo	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	Total (cm)	Imagem (pix)
N02	-1.06672	-1.61793	0.012456	1.93797	0.238 (15)
N06	2.07339	0.108737	3.28966	3.89007	0.345 (12)
PN01	-0.556563	-3.76134	-1.16932	3.97803	0.815 (22)
Total	1.38403	2.36482	2.01571	3.40162	0.587

Table 7. Check points.
X - Easting, Y - Northing, Z - Altitude.

Digital Elevation Model

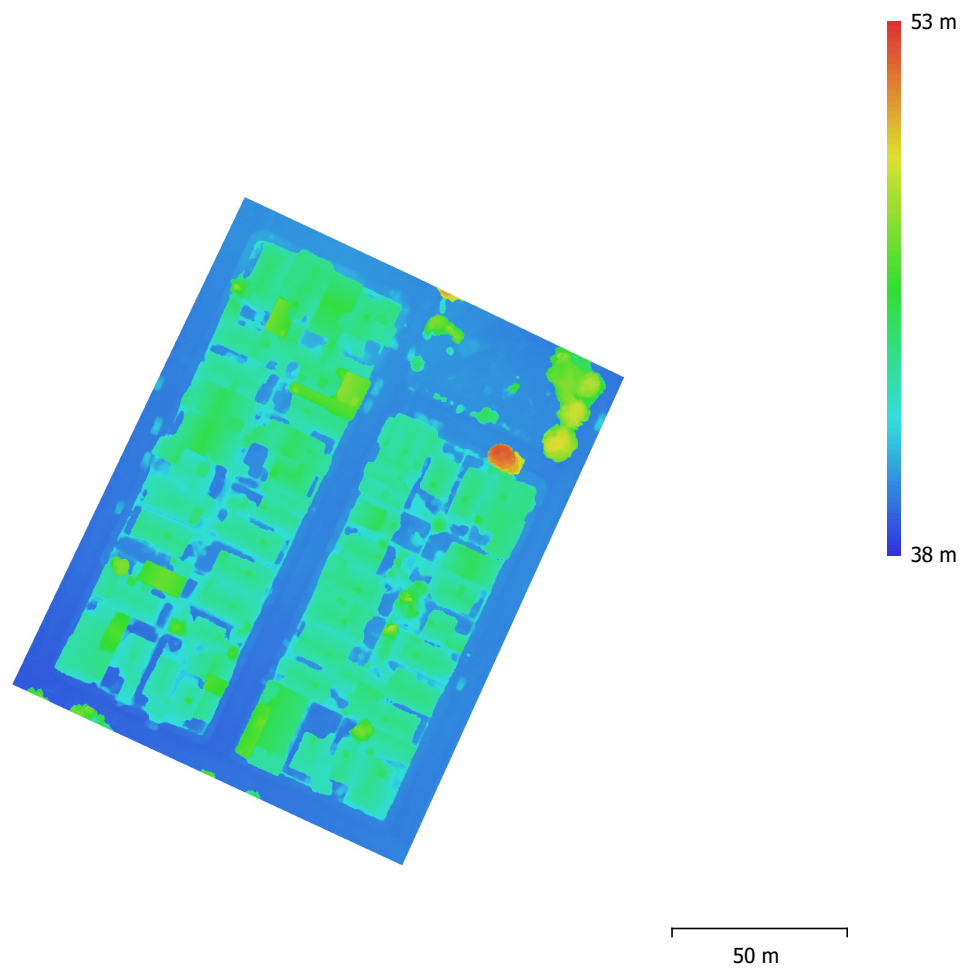


Fig. 5. Reconstructed digital elevation model.

Resolution: 11.4 cm/pix
Point density: 77.1 points/m²

Processing Parameters

Geral

Câmaras	47
Aligned cameras	47
Marcadores	8

Shapes

Polygons	1
Coordinate system	SIRGAS 2000 / UTM zone 25S (EPSG::31985)
Rotation angles	Yaw, Pitch, Roll

Nuvem de Pontos

Pontos	71,022 of 84,846
RMS reprojection error	0.0910589 (1.00523 pix)
Max reprojection error	0.260007 (20.163 pix)
Mean key point size	8.19465 pix
Cores dos pontos	3 bands, uint8
Key points	Não
Average tie point multiplicity	3.14384

Parâmetros de alinhamento

Precisão	Média
Generic preselection	Não
Reference preselection	Source
Key point limit	40,000
Tie point limit	10,000
Filter points by mask	Sim
Mask tie points	Sim
Guided image matching	Não
Adaptive camera model fitting	Sim
Matching time	9 minutes 30 seconds
Matching memory usage	988.96 MB
Alignment time	42 seconds
Alignment memory usage	8.33 MB

Optimization parameters

Parâmetros	f, b1, b2, cx, cy, k1-k4, p1, p2
Adaptive camera model fitting	Não
Optimization time	2 seconds
Software version	1.6.5.11249
File size	5.94 MB

Mapas de Profundidade

Número	47
--------	----

Depth maps generation parameters

Qualidade	Média
Filtering mode	Mild
Tempo de processamento	5 minutes 55 seconds
Memory usage	2.73 GB
Software version	1.6.5.11249
File size	86.88 MB

Dense Point Cloud

Pontos	12,051,855
Cores dos pontos	3 bands, uint8

Depth maps generation parameters

Qualidade	Média
-----------	-------

Filtering mode	Mild
Tempo de processamento	5 minutes 55 seconds
Memory usage	2.73 GB
Dense cloud generation parameters	
Tempo de processamento	2 minutes 35 seconds
Memory usage	2.18 GB
Software version	1.6.5.11249
File size	157.69 MB
Modelo	
Faces	794,330
Vértices	398,307
Cores dos vértices	3 bands, uint8
Depth maps generation parameters	
Qualidade	Média
Filtering mode	Mild
Tempo de processamento	5 minutes 55 seconds
Memory usage	2.73 GB
Parâmetros de reconstrução	
Surface type	Mapa de alturas / Terreno
Source data	Dense cloud
Interpolation	Enabled
Strict volumetric masks	Não
Tempo de processamento	13 seconds
Memory usage	283.66 MB
Software version	1.6.5.11249
File size	18.20 MB
DEM	
Tamanho	4,298 x 4,772
Coordinate system	SIRGAS 2000 / UTM zone 25S (EPSG::31985)
Parâmetros de reconstrução	
Source data	Dense cloud
Interpolation	Enabled
Tempo de processamento	19 seconds
Memory usage	307.37 MB
Software version	1.6.5.11249
File size	43.36 MB
Orthomosaic	
Tamanho	14,900 x 15,844
Coordinate system	SIRGAS 2000 / UTM zone 25S (EPSG::31985)
Colors	3 bands, uint8
Parâmetros de reconstrução	
Modo de combinação	Mosaico
Surface	DEM
Enable hole filling	Sim
Tempo de processamento	3 minutes 39 seconds
Memory usage	3.17 GB
Software version	1.6.5.11249
File size	1.73 GB
System	
Software name	Agisoft Metashape Professional
Software version	1.6.5 build 11249
OS	Windows 64 bit
RAM	15.89 GB
CPU	Intel(R) Core(TM) i7-7700HQ CPU @ 2.80GHz
GPU(s)	GeForce GTX 1050 Ti
	Intel(R) HD Graphics 630