

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA – CAMPUS MONTE CARMELO

ENGENHARIA DE AGRIMENSURA E CARTOGRÁFICA

MARIANNE MÜLLER

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ORTOFOTOS GERADAS POR IMAGENS
OBTIDAS POR RPAS: IMPLICAÇÕES NO CADASTRO TÉCNICO
MULTIFINALITÁRIO**

MONTE CARMELO

2017

MARIANNE MÜLLER

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ORTOFOTOS GERADAS POR IMAGENS
OBTIDAS POR RPAS: IMPLICAÇÕES NO CADASTRO TÉCNICO
MULTIFINALITÁRIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Federal de Uberlândia, como requisito básico para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Agrimensura e Cartográfica.

Orientador: Prof. Msc. Vinícius Francisco Rofatto

Co-orientador: Prof. Dr. Rodrigo A. de B. Gallis.

MONTE CARMELO

2017

MARIANNE MÜLLER

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE ORTOFOTOS GERADAS POR IMAGENS
OBTIDAS POR RPAS: IMPLICAÇÕES NO CADASTRO TÉCNICO
MULTIFINALITÁRIO**

Prof. Msc. Vinícius Francisco Rofatto, UFU
(Orientador)

Prof. Dr. Rodrigo Bezerra de Araújo Gallis, UFU
(Coorientador)

Téc. Msc. Samuel Lacerda de Andrade, UFU
(Membro Convidado)

Homologado pelo Colegiado do Curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica em:

_____/_____/_____

Coordenador do Curso de Engenharia
de Agrimensura e Cartográfica

MONTE CARMELO

2017

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à meus pais, Alfredo e Ercy, minha irmã Anna Cecília, minha tia Marly, e a todos os meus amigos e familiares que me apoiaram durante o processo de conclusão do curso.

RESUMO

Com a finalidade de obter maior praticidade na realização e atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM), a aplicação de novas tecnologias estão sendo testadas e estudadas. O uso de RPAs (Aeronave Remotamente Pilotada) como instrumento fotogramétrico emergiu com uma potencial alternativa com vantagens de flexibilidade e custo para levantamentos com fins cadastrais. Entretanto a sua aplicabilidade ainda está em fase de estudo. Sendo assim, o presente trabalho estuda a viabilidade técnica do emprego de dados resultantes de RPAs para fins de CTM. Para isso foram avaliados duas ortofotos resultantes de aerolevantamentos de RPAs diferentes, uma provinda do RPA Phantom 4 onde o levantamento foi feito sem o apoio de pontos de controle no terreno, ou seja, apenas com o receptor *GPS (Global Positioning System)* acoplado ao RPA coletando as coordenadas durante o vôo, e outra advinda do RPA eBee, processada com a presença de pontos de controle no terreno e com GSD de 10 cm. Desta forma, as feições das propriedades de interesse nas ortofotos foram extraídas a fim de serem comparadas com medições por trena através do erro relativo percentual, onde para a área predial da casa ARARAS obteve-se 5,13% e para a casa SESI 1,12%. Além disso, no trabalho constatou-se a presença do efeito de borda na ortofoto gerada por meio do eBee. A partir da análise das discrepância dos dados, foi possível concluir que nenhuma das feições extraídas das ortofotos é possível ser empregada para fins cadastrais, entretanto, o resultado pode mudar com uma nova metodologia para o processamento das imagens.

Palavras chaves: Imagem digital, RPAS, VANT, CTM.

ABSTRACT

With the purpose of obtaining greater practicality in the realization and updating of the Multi-Purpose Territorial Cadastre (CTM), the application of new technologies are being tested and studied. The use of RPAs (Remotely Pilot Aircraft) as a photogrammetric instrument emerged as an alternative potential with advantages of flexibility and lower cost for surveys with cadastral purposes, however its applicability is still in the study phase. Therefore, the present work studies the technical feasibility of using data resulting from RPAs for CTM purposes. In order to do so, two orthophotos resulting from aerosurveys of different RPAs, one provided by the RPA Phantom 4, where the survey was made without the support of control points on the terrain, that is, just with the GPS (Global Positioning System) receptor coupled to the RPA collecting the coordinates during the flight, and another provided by the RPA eBeem processed with control points on the terrain and with GSD of 10 cm. Thus, the features of the property of interest on the orthophotos were extracted for the purpose of being compared with measurements by tape by means of the percentage relative error, where for the building area ARARAS was obtained 5.13% and for the SESI house 1.12%. In addition, the presence of the border effect in the generated was verified on the orthophoto through eBee. From the data discrepancy analysis, it was possible to conclude that none of the features extracted from orthophotos can be used for cadastral purposes, however, the result may change with a new methodology for image processing.

Keywords: Digital Image, RPAS, VANT, CTM.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 OBJETIVOS.....	10
2.1 Objetivo geral	10
2.2 Objetivos específicos.....	10
3 JUSTIFICATIVA	10
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
4.1 Aerolevanteamento utilizando RPAs	11
4.2 Geometria e Orientação das Fotografias	13
4.3 Modelo Digital do Terreno	14
4.4 Ortofoto e Mosaicos Digitais.....	15
4.5 Cadastro Territorial Multifinalitário.....	16
4.6 Controle de qualidade de produtos cartográficos	17
5 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
5.1 Área de Estudo	19
5.2 Metodologia.....	21
5.2.1 Extração de feições.....	21
5.2.1.1 Pontos de Controle.....	21
5.2.1.2 Extração de feições por treva.....	22
5.2.2 Processamento de dados	24
5.2.4 Padrão de exatidão Cartográfica.....	24
6 RESULTADOS OBTIDOS	25
7. CONCLUSÕES	30
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
APÊNDICE A – PONTOS DE CONTROLE.	35
APÊNDICE B – VETORIZAÇÃO DA CASA ARARAS.....	36
APÊNDICE D – RELATÓRIO GNSS SOLUTIONS.	38

APÊNDICE E – LAYOUT POR TRENA CASA ARARAS.	43
APÊNDICE F – LAYOUT POR TRENA CASA SESI.....	44

1 INTRODUÇÃO

Mediante a expansão das geotecnologias, propiciou aos Engenheiros de modo geral, meios que vislumbrassem o mapeamento de entidades físicas, de forma que as tecnologias empregadas garantissem rapidez e qualidade na concepção dos produtos. Por intermédio de tal expansão, ferramentas como os Veículos Aéreos não Tripulados (VANTs) passaram a ter elevado destaque no mercado, uma vez que acoplados de câmaras com pequenos sensores, associadas com um Sistema Inercial, viabilizaria aplicação para diversos fins, pois condicionariam variáveis para os procedimentos fotogramétricos (AMORIM et. al., 2016).

Quando se avalia as principais aplicabilidades dos VANTs, sobressai-se em primeiro momento pelo seu baixo custo comercial, em comparação com os métodos fotogramétricos tradicionais, proporcionado assim, o seu emprego em variadas áreas do conhecimento. Em destaque a essa aplicabilidade é possível citar alguns estudos, como é caso de Melo Junior (2016). Em sua obra é promovido análises das estruturas físicas das edificações urbanas, por intermédios de imagens capturadas pelos VANTs.

Além disso na literatura, destaca-se o uso de VANT na área agrícola, alguns exemplos como extração de índices de vegetação a partir de imagens obtidas por VANT (ZARCO-TEJADA et al., 2008); monitoramento de culturas como trigo (LELONG et al., 2008, HUNT et al., 2010), milho e soja (HUNT et al., 2010); mapeamento de plantas daninhas, falhas na irrigação e fertilização, e identificação de áreas com frutos em estágio de maturação (HERWITZ et al., 2004); inventário de caracterização, detecção de estresse (EHSANI et al., 2012) e detecção de mudanças (XIANG e TIAN, 2011).

Também é possível encontrar na literatura o emprego dos VANTs com um bom resultado em trabalhos com fins cadastrais como em Antunes e Hollatz (2015) que apresentam um estudo que encorajam as discussões apresentadas neste trabalho. Os autores verificaram o uso de imagens obtidas por RPA com finalidade de extração de limites das propriedades para compor um CTM (Cadastro Territorial Multifinalitário).

Entretanto, devido estar em fase inicial, o uso de VANTs é realizado muitas vezes sem conhecimento sobre a qualidade dos produtos do mesmo, logo quando aplicado ao CTM, pode gerar um erro conhecido como erro de metragem. Para tanto, foram avaliados duas ortofotos, uma gerada a partir do RPA Ebee, com uso de pontos de controle, e outra ortofoto gerada a partir do RPA Phantom 4, sem a utilização de pontos de controle no terreno em áreas distintas

de Monte Carmelo – MG, para verificar se é cabível o emprego de dados resultantes dos RPAS para o uso no cadastro territorial multifinalitário.

Desta forma, o estudo proposto analisa o uso de uma tecnologia emergente, mas que carece de estudos sobre as suas possíveis aplicações, benefícios e dificuldades de uso para fins cadastrais, de modo a disseminar o seu uso com segurança e eficiência.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Estudar a viabilidade técnica do emprego de dados resultantes de levantamento aerofotogramétrico utilizando câmeras de pequeno formato, abordo de RPAS (Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada) para fins de cadastro territorial multifinalitário.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar uma ortofoto gerada, sem pontos de controle, por imagens adquiridas do RPA Phantom 4, e outra ortofoto gerada por imagens advindas do RPA Ebee com pontos de controle em regiões distintas.
- Verificar a possibilidade de emprego das ortofotos no cadastro territorial multifinalitário

3 JUSTIFICATIVA

De acordo com Neris (2004), os aspectos físicos e naturais de uma região são ajustados pela cartografia afim de compor o CTM permitindo projetos de tributação imobiliária, planejamento urbano e rural, transportes e gerenciamento do meio ambiente.

É importante salientar que os mapas são representações da superfície terrestre, sendo assim é necessário que exista uma relação entre a superfície e o mapa gerado. D’Alge (2001), coloca que essa relação corresponde à um plano de projeções, ou seja, ao sistema de projeções cartográficas, método que permite aproximar a superfície terrestre a um mapa, ainda assim com erros.

“Todos os mapas são representações aproximadas da superfície terrestre. Isto ocorre porque não se pode passar de uma superfície curva para uma superfície plana sem que haja deformações. Por isso os mapas preservam certas características ao mesmo tempo em que alteram outras.” (D’ALGE, 2001).

Pela cartografia basear-se na linguagem visual, pode-se tornar um veículo de fácil apreensão. Sendo assim, instruindo o usuário na leitura gráfica, é possível fazê-lo compreender sobre o contexto urbano e dar-lhe inúmeras informações a respeito de situações comparadas a outros setores da realidade urbana (MOURA, 2001). Ao se tratar de questões urbanas devem ser evitadas as simplificações, representações que, em muitas vezes ideológicas não reproduzem um retrato fiel da realidade.

Como por exemplo, o lançamento do imposto predial e territorial urbano realizado de forma incorreta em relação à metragem é um erro comum do fisco. A metragem é utilizada para fins de determinação do valor venal do bem, seu erro pode gerar nulidade de forma que se torna necessário o julgamento de medida visando à restituição do montante pago ou de valor maior, podendo ser os mesmos consideravelmente onerosos. O lançamento tributário serve para tornar o crédito líquido e um erro na metragem contamina a construção do mesmo, maculando o ato administrativo. (BRANDT, 2012)

O Art. 142 do Código Tributário Nacional da Lei 5172/66 informa qual a autoridade responsável pela constituição do crédito tributário:

“Compete privativamente à autoridade administrativa constituir o crédito tributário pelo lançamento, que se entende por procedimento administrativo tendente a verificar a ocorrência do fato gerador da obrigação correspondente, determinar a matéria tributária, calcular o montante do tributo devido, identificar o sujeito passivo e, sendo o caso, propor a aplicação da penalidade cabível.” (Brasil, 1966).

Desta forma, o presente trabalho justifica-se no aspecto técnico, vez que, o emprego de RPAs para obtenção de um CTM está em fase de testes, com isso à precisão e acurácia dos levantamentos realizados necessitam de análise para que os erros, como citados acima, não estejam presentes no cadastro.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Aerolevanteamento utilizando RPAs

Com crescente demanda de imagens digitais para diversas aplicações, como mapeamento topográfico, temático e cadastral, monitoramento ambiental e projetos de rodovia, o uso de câmeras digitais a bordo de aeromodelos não tripulados cresceu rapidamente, substituindo os sistemas de coletas analógicos.

A priori, é necessário esclarecer algumas terminologias comumente adotadas quando se fala sobre veículos aéreos não tripulados, primeiro é a definição de drone, é importante destacar que drone é apenas um nome genérico e informal para caracterizar qualquer veículo aéreo não

tripulado, independente da sua função, origem ou característica, ou seja, não tem respaldo nem definição legal.

Por outro lado, o termo VANT tem definição na legislação brasileira e normas de empregabilidade, segundo a Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC é definido VANT:

“Aeronave projetada para operar sem piloto a bordo e que não seja utilizada para fins meramente recreativos. Nesta definição, incluem-se todos os aviões, helicópteros e dirigíveis controláveis nos três eixos, excluindo-se, portanto, os balões tradicionais e os aeromodelos.” (ANAC, 2012).

Um termo que se difunde com VANT, e é frequentemente visto é: Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada (RPAS), é chamado RPAS um equipamento que seja pilotado a partir de uma estação de pilotagem remota (RPAS). (DECEA, 2017).

Em 22 de agosto de 1849 os veículos aéreos não tripulados foram empregados pelo exército austríaco que atacou a cidade de Veneza usando balões carregados de explosivos. Com isso, até pouco tempo atrás essas plataformas eram utilizadas para o emprego militar, devido ao custo e a complexidade. Ganharam destaque na Segunda Guerra Mundial, onde foram um sucesso por não colocar em risco os pilotos e na Segunda Guerra do Golfo, em 2003 se tornaram mais conhecidos pelo público, pois foram utilizados para monitorar os inimigos, designação de alvos e até lançamento de armamentos guiados. A partir desse conflito, diversas nações passaram a ter interesse em adquirir e desenvolver plataformas desse tipo para emprego militar.

No Brasil o VANT surgiu na última década, impulsionado por empresas criadas por pesquisadores universitários, que uniram aeromodelos aos avanços dos sensores óticos digitais, eletrônica de controle e sistemas de comunicação, permitindo agregar às suas pequenas plataformas capacidades suficientes para o seu emprego comercial. Inicialmente, apenas as plataformas de asa fixa foram exploradas e ganharam diversas melhorias, passando de câmeras simples para unidades de análise de espectro e calor nos modelos mais completos, empregados na agropecuária e mineração.

A legislação atual do Brasil segue as leis impostas pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) juntamente com a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), organização responsável pelo controle do espaço aéreo brasileiro, e criada pelo Decreto nº 3.954, de 5 de outubro de 2001 e controlada pelo comando da Aeronáutica (COMAR).

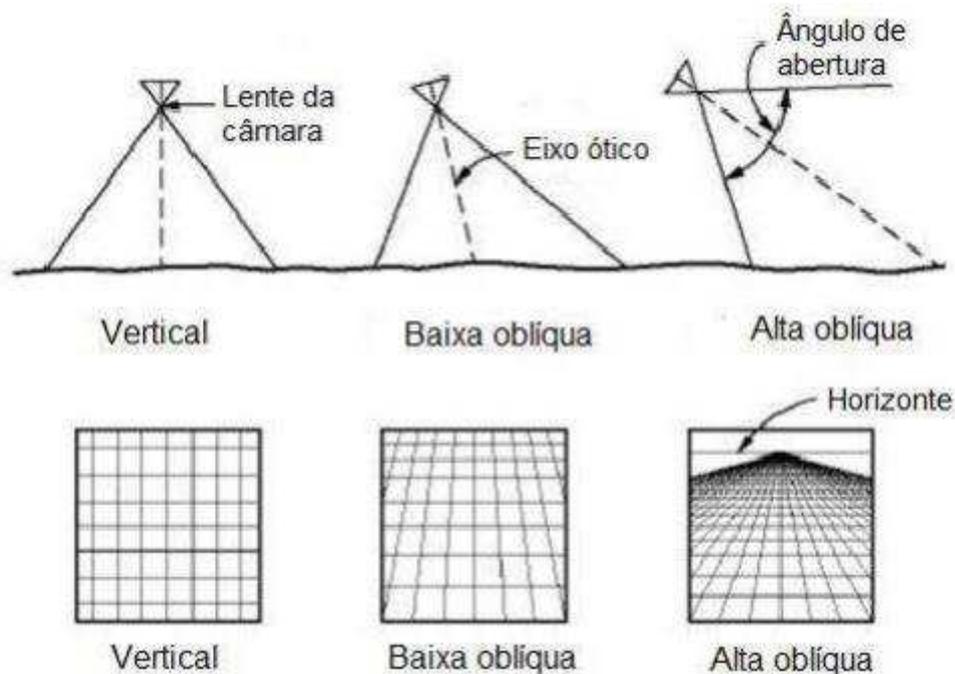
“É de competência do DECEA, Órgão Central do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB), legislar acerca os procedimentos para acesso ao Espaço Aéreo, cabendo aos demais Órgãos Regularizadores o trato do assunto das respectivas áreas de atuação”. (DECEA, 2017)

Para a realização de um voo experimental, é necessário que se tenha o Certificado do Voo Experimental (CAVE), o qual pode ser entendido de acordo com a (ANAC, 2012, p. 04) como: “Certificado de aero navegabilidade que pode ser emitido de acordo com a seção 21.191 do RBAC 21 para RPA experimental com os propósitos de pesquisa e desenvolvimento, treinamento e/ou pesquisa de mercado.” A solicitação do CAVE, é feita pelo requerente à ANAC.

4.2 Geometria e Orientação das Fotografias

Na fotogrametria aérea, as fotos são classificadas (figura 1) de acordo com a inclinação do eixo óptico em relação ao terreno. Uma fotografia é considerada vertical quando o eixo focal estiver orientado perpendicularmente ao horizonte com um ângulo de inclinação de no máximo 3° (perpendicular) à superfície da terra. Uma fotografia oblíqua é aquela onde o eixo óptico da câmara se encontra inclinado em relação ao horizonte. Se a inclinação do eixo permitir mostrar o horizonte, então é chamada de alta oblíqua, se o horizonte não for visível, então são denominadas baixas oblíquas (WOLF; DEWITT 2004).

Figura 1 - Fotografias aéreas de acordo com a inclinação do sensor.



Fonte: Adaptado de Wolf e Dewitt (2004).

E para que possa mensurar objetos através das fotos são necessários dois tipos de orientações, interior e exterior. A aproximação correta destes parâmetros é essencial para a obtenção de ortofotos e modelos digitais do terreno com qualidade cartográfica (ZANETTI, 2017).

O processo de orientação interior consiste na recuperação da posição da fotografia em relação à câmara, restaurando o feixe perspectivo que gerou as fotografias (ANDRADE, 1998). O parâmetros que determinam a orientação interna, são os elementos, distância focal da câmara, posição do ponto principal e os parâmetros de distorção do sistema de lentes fotográfico (LOPES, 2015).

Já os parâmetros de orientação exterior são os elementos que determinam a posição e orientação da câmara em relação a um referencial terrestre. Segundo Jesen (2009) a orientação exterior resulta na relação matemática das coordenadas da imagem com as coordenadas dos pontos de controle coletados e identificados no terreno. Sendo assim, as fotografias só então orientados exteriormente quando são conhecidas as coordenadas tridimensionais do ponto de tomada do foto (centro perspectivo) e os três ângulos de rotação de Euler, representados pelas letras gregas (ω (ômega), ϕ (phi) e κ (Kappa)) (COELHO; BRITO, 2007).

4.3 Modelo Digital do Terreno

Um Modelo Digital de Terreno – MDT é uma representação matemática da distribuição espacial de uma determinada característica vinculada a uma superfície real. A superfície é em geral contínua e o fenômeno que representa pode ser variado. O MDT pode ser utilizado para representar informações de ordem econômica e social (tais como a distribuição da população ou renda dos habitantes de uma região) ou acerca do meio físico (tais como dados de relevo, poluição, temperatura, geofísica, geológicas, etc).

Entre alguns usos do MDT pode-se citar (Burrough, 1986):

- Armazenamento de dados de altimetria para gerar mapas e perfis topográficos;
- Ortoretificação de imagens;
- Análises de corte-aterro para projetos de estradas e barragens;
- Elaboração de mapas de declive e exposição para apoio de análise de geomorfologia e erodibilidade;
- Determinação de intervisibilidade de pontos;
- Análise de variáveis geofísicas e geoquímicas.

A criação de um MDT corresponde a uma nova maneira de focar o problema de elaboração e implantação de projetos. A partir dos modelos pode-se calcular diretamente volumes, áreas, desenhar perfis e sessões transversais, gerar imagens sombreadas ou em níveis de cinza, gerar mapas de declive e aspecto, gerar fatiamentos nos intervalos desejados e perspectivas tridimensionais, etc.

No processo de modelagem numérica de terreno pode-se distinguir três fases:

- obtenção dos dados;
- geração de grades;
- elaboração de produtos representando as informações obtidas.

4.4 Ortofoto e Mosaicos Digitais

É definido como mosaico, o conjunto de fotos com escala aproximada, de uma determinada região, recortada e montada de tal forma a dar impressão de que todo o conjunto é uma única fotografia (WOLF, 1983).

Segundo Andrade (1998), a montagem do mosaico é fundamental na produção de uma ortofoto de boa qualidade. Existem dois fatores que podem ocorrer na hora da montagem, como a não coincidência geométrica das feições imageadas e não continuidade radiométrica dos pixels entre as imagens.

Uma ortofoto é uma fotografia contendo imagens de objetos em suas verdadeiras posições ortográficas. Portanto são, geometricamente equivalentes às cartas planimétricas, que também mostram as verdadeiras posições ortográficas dos objetos (LOPES, 1987). As ortofotos são produzidas de fotos perspectivas (normalmente fotografias aéreas) por um processo denominado retificação, que retira os deslocamentos da imagem em relação à inclinação fotográfica e ao relevo (LOPES, 1987).

O primeiro problema encontrado nas ortofotos é resultante da má orientação das imagens, ou o Modelo Digital do Terreno (MDT) que pode não representar fielmente o terreno, sendo assim é necessário que a ortofoto seja refeita. O segundo problema, a não continuidade radiométrica dos pixels entre as imagens, é passível de correção, desde que as diferenças radiométricas não sejam muito grandes (ANDRADE, 1998).

4.5 Cadastro Territorial Multifinalitário

De acordo com Loch (2001), as pesquisas na área do cadastro territorial multifinalitário teve seu início no Brasil na década de 70, mas só a partir da década de 80 é que houve investimentos de órgãos governamentais visando solucionar o grande número de conflitos territoriais e processos judiciais.

O CTM, pela visão cartográfica, representa um mapa com informações temáticas a respeito de uma estrutura fundiária. Mas, também apresenta o uso e ocupação de um território levando em conta as variáveis que ali estão presentes, ou seja, as pessoas. (LOCH E ERBA, 2007).

Loch e Erba (2007) citam sobre o bom Cadastro Territorial Multifinalitário: “...é aquele que contribui para a distribuição equitativa das cargas tributárias, promove a segurança da propriedade-raiz e cria bases para o planejamento urbano e regional.”

O Ministério de Estado das Cidades no uso das atribuições que lhe conferem, resolve: a PORTARIA No - 511, DE 7 DE DEZEMBRO DE 2009 que trata da diretrizes para a criação, instituição e atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) nos municípios brasileiros:

“CAPÍTULO I - DAS DISPOSIÇÕES GERAIS

Art. 1º O Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM), quando adotado pelos Municípios brasileiros, será o inventário territorial oficial e sistemático do município e será embasado no levantamento dos limites de cada parcela, que recebe uma identificação numérica inequívoca.

Art. 2º A parcela cadastral é a menor unidade do cadastro, definida como uma parte contígua da superfície terrestre com regime jurídico único.

§ 1º É considerada parcela cadastral toda e qualquer porção da superfície no município a ser cadastrada.

§ 2º As demais unidades, como, lotes, glebas, vias públicas, praças, lagos, rios e outras, são modeladas por uma ou mais parcelas de que trata o caput deste artigo, identificadas por seus respectivos códigos.

§ 3º Deverá ser atribuído a toda parcela um código único e estável.

Art. 3º Toda e qualquer porção da superfície territorial no município deve ser cadastrada em parcelas.

Art. 4º Os dados do CTM, quando correlacionados às informações constantes no Registro de Imóveis (RI) constituem o Sistema de Cadastro e Registro Territorial - SICART.

Art. 5º Os dados dos cadastros temáticos, quando acrescidos do SICART, constituem o Sistema de Informações Territoriais (SIT).

§ 1º O cadastro temático compreende um conjunto de informações sobre determinado tema relacionado às parcelas identificadas no CTM.

§ 2º Considera-se como cadastros temáticos, os cadastros fiscal, de logradouros, de edificações, de infra-estrutura, ambiental, socioeconômico, entre outros.

Art. 6º O CTM, bem como os sistemas de informação dos quais faz parte (SICART E SIT), é multifinalitário e atende às necessidades sociais, ambientais, econômicas, da Administração Pública e de segurança jurídica da sociedade. Parágrafo único - O CTM deve ser utilizado como referência básica para qualquer atividade de sistemas ou representações geoespaciais do município.

CAPÍTULO II - DO CADASTRO TERRITORIAL MULTIFINALITÁRIO

Art. 7º O CTM é constituído de: I - Arquivo de documentos originais de levantamento cadastral de campo; II - Arquivo dos dados literais (alfanuméricos) referentes às parcelas cadastrais; III - Carta Cadastral.

Art. 8º Define-se Carta Cadastral como sendo a representação cartográfica do levantamento sistemático territorial do Município.

Art. 9º As informações contidas no CTM e no RI devem ser devidamente coordenadas e conectadas por meio de troca sistemática de dados, com a finalidade de permitir o exercício pacífico do direito de propriedade, proteger e propiciar a segurança jurídica, o mercado imobiliário e os investimentos a ele inerentes.

CAPÍTULO III - DA CARTOGRAFIA CADASTRAL

Art. 10 O levantamento cadastral para a identificação geométrica das parcelas territoriais deve ser referenciado ao Sistema Geodésico Brasileiro - SGB.

Art. 11 Os municípios que adotarem o CTM, no âmbito de sua autonomia, implantarão, conservarão e manterão a inviolabilidade dos marcos vinculados ao SGB, de acordo com as recomendações do IBGE. Parágrafo único - Levantamentos e locações de obras e novos loteamentos devem ser referenciados ao SGB, apoiados nos marcos municipais correspondentes.

Art. 12 O CTM utilizará o sistema de projeção Universal Transverso de Mercator (UTM), até que seja definida uma projeção específica.

§ 1º Aos municípios localizados em mais de um fuso UTM, recomenda-se estender o fuso correspondente à sua sede até o limite municipal, de forma que sejam representados em apenas um único fuso.

§ 2º Poderá ainda ser admitida outra projeção cartográfica, já utilizada no município, até a definição de uma nova projeção para o CTM.

Art. 13 Os vértices que definem os limites de cada parcela devem constituir uma figura geométrica fechada.

§ 1º Os limites legais das parcelas devem ser obtidos, com precisão adequada, por meio de levantamentos topográficos e geodésicos.

§ 2º Os limites físicos das parcelas podem ser obtidos por métodos topográficos, geodésicos, fotogramétricos e outros que proporcionem precisões compatíveis.” (BRASIL, 2009).

4.6 Controle de qualidade de produtos cartográficos

Segundo Nogueira Junior (2003), para o controle de qualidade de produtos cartográficos é necessário a análise de diversos elementos sendo a qualidade posicional do produto cartográfico a mais importante. No Brasil, é utilizada a PEC (Padrão de Exatidão Cartográfica) para a análise de qualidade posicional, decreto esse concebido para tecnologias de produtos analógicos.

O PEC é um decreto que estabelece a qualidade do produto cartográfico, classificando-o em classes (A, B ou C), aferindo a exatidão posicional. Este decreto criado em 20 de junho de 1984, estabelece padrões que deverão ser seguidos na composição de documentos cartográficos em âmbito nacional. É um meio de apontar estatísticas de dispersão, onde se estipula a exatidão do produto cartográfico, envolvendo levantamentos de extrema exatidão e métodos estatísticos.

“SEÇÃO I

Classificação de uma Carta quanto à Exatidão.

Art 8º - As cartas quanto à sua exatidão devem obedecer ao Padrão de Exatidão Cartográfica - - PEC, seguinte o critério abaixo indicado:

1. Noventa por cento dos pontos bem definidos numa carta, quando testados no terreno, não deverão apresentar erro superior ao Padrão de Exatidão Cartográfica - Planimétrico - estabelecido.

2. Noventa por cento dos pontos isolados de altitude, obtidos por interpolação de curvas-de-nível, quando testados no terreno, não deverão apresentar erro superior ao Padrão de Exatidão Cartográfica - Altimétrico - estabelecido.

§ 1º - Padrão de Exatidão Cartográfica é um indicador estatístico de dispersão, relativo a 90% de probabilidade, que define a exatidão de trabalhos cartográficos.

§ 2º - A probabilidade de 90% corresponde a 1,6449 vezes o Erro-Padrão - PEC = 1,6449 EP.

§ 3º - O Erro-Padrão isolado num trabalho cartográfico, não ultrapassará 60,8% do Padrão de Exatidão Cartográfica.

§ 4º - Para efeito das presentes Instruções, consideram-se equivalentes as expressões Erro-Padrão, Desvio-Padrão e Erro-Médio-Quadrático.

SEÇÃO II

Classes de Cartas

Art 9º - As cartas, segundo sua exatidão, são classificadas nas Classes A, B e C, segundo os critérios seguintes:

a - Classe A

1 - Padrão de Exatidão Cartográfica - Planimétrico: 0,5 mm, na escala da carta, sendo de 0,3 mm na escala da carta o Erro-Padrão correspondente.

2 - Padrão de Exatidão Cartográfica - Altimétrico: metade da equidistância entre as curvas-de-nível, sendo de um terço desta equidistância o Erro-Padrão correspondente.

b - Classe B

1 - Padrão de Exatidão Cartográfica - Planimétrico: 0,8 mm na escala, da carta, sendo de 0,5 mm na escala da carta o Erro-Padrão correspondente

2 - Padrão de Exatidão Cartográfica - Altimétrico: três quintos da equidistância entre as curvas-de-nível, sendo de dois quintos o Erro-Padrão correspondente.

c - Classe C

1 - Padrão de Exatidão Cartográfica - Planimétrico: 1,0 mm na escala da carta, sendo de 0,6 mm na escala da carta o Erro-Padrão correspondente.

2 - Padrão de Exatidão Cartográfica - Altimétrico: três quartos da equidistância entre as curvas-de-nível, sendo de metade desta equidistância o Erro-Padrão correspondente.“ (BRASIL,1984)

A Análise da Exatidão Cartográfica consiste em avaliar estatisticamente as discrepâncias entre as coordenadas de pontos da carta e as coordenadas de pontos homólogos obtidos a partir de pontos observados no terreno ou de uma fonte com precisão confiável (RAMOS et al., 2017).

Além disso, é necessário destacar a importância da acurácia posicional cartográfica no controle de qualidade, colocada por Santos (2015), como:

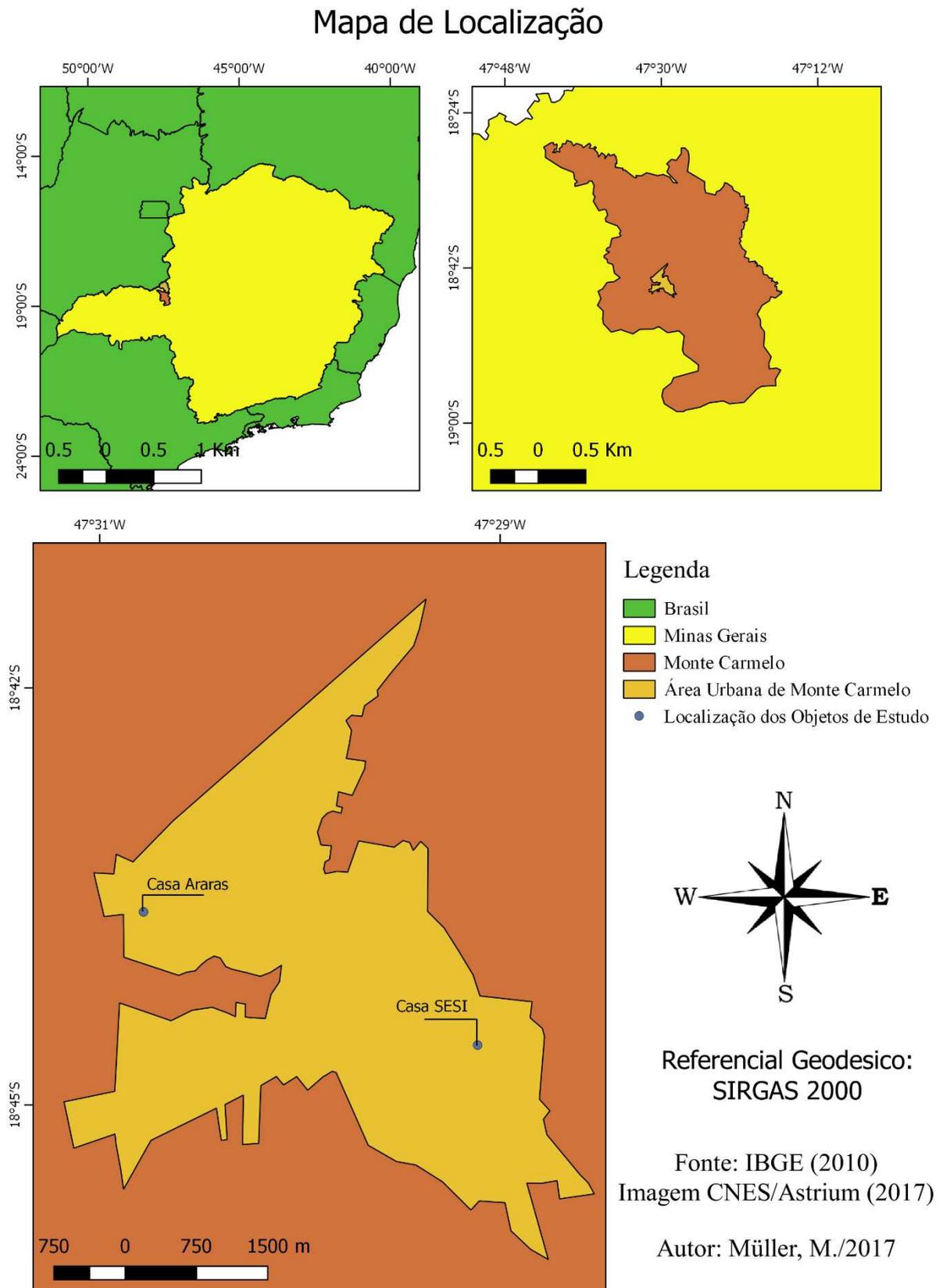
“...num processo de avaliação da acurácia posicional em dados espaciais é essencial identificar incoerências e o nível de qualidade dos dados. Além disso um dos principais objetivos do controle de qualidade posicional é identificar soluções para a minimização e/ou a não propagação das incoerências deste dado, além da indicação de qual a possível utilização deste dado espacial em termos de extração de feições cartográficas e informações geométricas.” (SANTOS, 2015).

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Área de Estudo

Monte Carmelo é uma cidade localizada na região do Alto Paranaíba, estado de Minas Gerais. Com uma área de aproximadamente 1.343,035 km² e com uma população com cerca de 45.772 habitantes, a cidade também é conhecida pelo título de Capital da Telha pela sua atividade em cerâmicas. Desde 2011, teve seu desenvolvimento alavancado por possuir um campus da Universidade Federal de Uberlândia que hoje possui cinco cursos (Agronomia, Engenharia de Agrimensura e Cartográfica, Sistemas de Informação, Geologia e Engenharia Florestal) o que aumenta rapidamente a população da cidade. A figura abaixo localiza os objetos de estudo na área urbana de Monte Carmelo a casa SESI na Rua Goias, nº 2035, no Bairro Vila nova, e a casa ARARAS na Rua Argentina, nº546, no Bairro Trevo.

Figura 2 – Mapa de localização.



Fonte: O autor.

5.2 Metodologia

A metodologia proposta foi verificar se o uso de imagens obtidas de uma câmera digital de pequeno formato a bordo de RPAs é adequado para extração de limites das propriedades, a fim de compor o cadastro territorial multifinalitário por meio de comparação de feições extraídas por trena.

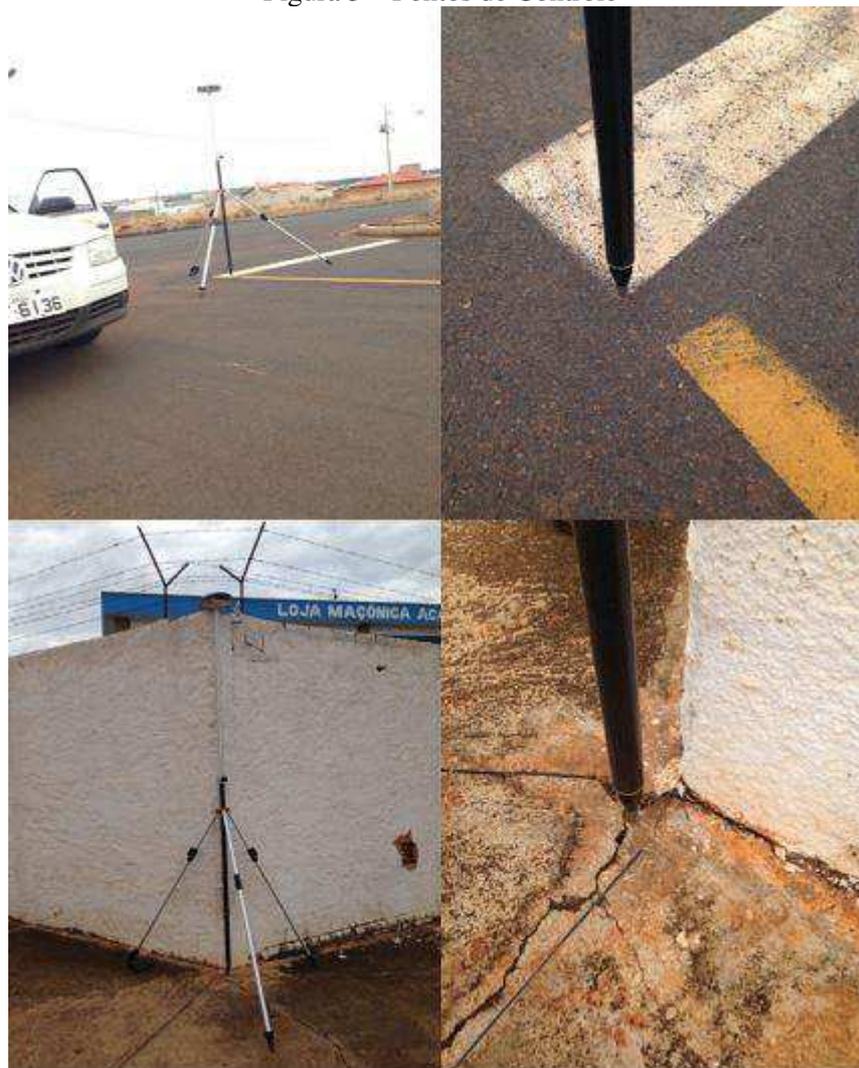
Para isso foram utilizadas uma ortofoto advinda de imagens digitais adquiridas em voo com o RPA modelo phantom 4 portador da câmara digital de 12,4 MegaPixels, onde as imagens foram processadas sem o uso de pontos de apoio, apenas com os dados das coordenadas do centro de perspectiva durante cada tomada de foto e imagens digitais adquiridas em voo com GSD de 10 cm com o RPA modelo eBee portador da câmara digital de 20 MegaPixels.

5.2.1 Extração de feições

5.2.1.1 Pontos de Controle

Foram aplicados 11 pontos de controle fotoidentificáveis naturais (Apêndice A) as coordenadas foram levantadas pelo método de posicionamento relativo estático-rápido, onde empregou-se o Receptor de dupla frequência ProMark 500 com acurácia horizontal de 5 mm (0.016ft) + 0.5 ppm e vertical de 10 mm (0.033 ft) + 1.0 ppm, para o levantamento relativo estático-rápido pós-processado como rover, e como base o marco MGMT da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC), localizado na Universidade Federal de Uberlândia, campus Monte Carmelo – Unidade Araras, para a obtenção das coordenadas em cada ponto de interesse, o equipamento coletou dados por cinco minutos. A figura a baixo mostram alguns pontos de controle sendo mensurados:

Figura 3 – Pontos de Controle



Fonte: O Autor.

O processamento dos dados coletados foi feito usando o software *GNSS Solutions*, primeiro, foi criado um novo projeto nomeado de TCC2 e o sistema de referência escolhido foi o SIRGAS 2000, após o projeto configurado, entrou-se com os dados da base MGMT da RBMC, que foi definido no projeto como ponto de controle, em consequente, foram importados e configurados de acordo com a altura da antena os dados do receptor móvel, depois disso todas as linhas de bases foram processadas e o relatório do processamento emitido (Apêndice D).

5.2.1.2 Extração de feições por trena

Para extração das feições das edificações escolhidas, foi utilizado a trena de fibra de vidro disponível no laboratório de Topografia e Geodesia da Universidade Federal de Uberlândia – *Campus* Monte Carmelo. No levantamento (Figura 4) foram mensurados o perímetro do lote, o perímetro da parte predial, nessa parte, empregou-se o fio de prumo para

melhor estimar as larguras dos beirais das casas, e também foi mensurada a largura da rua de frente a cada casa. Em todas as feições, foi adotado a seguinte metodologia: Para cada medida, foram coletadas três distâncias, para que posteriormente fosse feito o cálculo da média entre as três distâncias, como forma de evitar que erros grosseiros estivessem presentes no levantamento.

Figura 4 – Levantamento por trena



Fonte: O autor

Após os levantamentos e as médias calculadas, os resultados obtidos foram inseridos em forma de polígonos no software AutoCAD 2017, onde foram feitos os cálculos das áreas do lote e da parte predial e também no software foram gerados os *layouts* dos levantamentos.

Com o decorrer do trabalho foi necessário que uma outra feição fosse levantada, uma área mais central, ou seja, onde a feição não estaria sob o efeito de borda na ortoimagem advinda do RPA eBee. Sendo assim, com a mesma metodologia aplicada nas outras feições, foram realizadas mais uma conjunto de medidas na região tratada no trabalho como estacionamento ARARAS (Figura 5).

Figura 5 – Levantamento por trena ESTACIONAMENTO ARARAS.



Fonte: O autor.

5.2.2 Processamento de dados

Após a realização do levantamento de pontos de controle, os processos fotogramétricos, para as imagens advindas do RPA eBee, foram feitos computacionalmente no software Pix4D usando uma versão teste, sendo as etapas: entrada das coordenadas dos pontos de controle fotoidentificáveis, entrada das fotos no software, identificação manual de cada ponto de controle nas fotografias, geração do modelo digital do terreno e por último ortorretificação. Essa sequência foi adotada somente para os dados resultantes do levantamento utilizando o eBee, vez que as imagens obtidas no levantamento utilizando o Phantom 4 já havia passado por esses procedimentos.

Por fim, por meio das imagens ortorretificadas, foram extraídas as feições, sendo as distâncias e área, dos lotes e edificações, quadras e algumas vias, pela vetorização utilizando os softwares ArcGis 10 e QuantumGis 2.0.1, onde também foi gerado um layout para cada ortoimagem (Apêndice B e C).

5.2.3 Análise de dados

A partir do resultado das distâncias e das áreas da vetorização feita nas ortofotos, e das medidas de área e de distâncias obtidas por trena, foram calculadas as diferenças entre as medidas da imagem e das coletadas por trena. Para a análise da variação dos resultados obtidos foi calculado o erro relativo percentual, conforme a fórmula (9), onde foi adotado como valor exato as medidas da trena, e valor aproximado os valores extraídos das ortofotos.

$$E_r = \frac{(|Ve-Va|)}{Ve} * 100 \quad (9)$$

Onde:

- E_r é o erro relativo em porcentual;
- Ve é o valor exato (trena);
- Va é o valor aproximado (fotogramétrico).

5.2.4 Padrão de exatidão Cartográfica

A priori a classificação da ortoimagem advinda do voo do eBee pelo GeoPec já havia sido feita por RAMOS et. al (2017), como mostra a o quadro 2 e 3:

Quadro 2 -Acurácia Posicional – Planimetria

Análise da Precisão	Decreto-Lei/ET-CQDG: Classe A.
Análise das tendências	T de Student: Não Tendencioso. Media direcional variância circular: Não Tendencioso.
Padrão de Dis. Espacial	Vizinho mais próximo: 1ª ordem: Agrupado. 2ª ordem: Agrupado. 3ª ordem: Aleatório.
Acurácia	Produto Acurado para a Classe A na escala 1/2000. [Metodologia Santos et al. [2016]].

Fonte: (RAMOS et al., 2017)

Quadro 3 - Acurácia Posicional – Altimetria

Análise da Precisão	Decreto-Lei: Classe C.
Análise das tendências	Amostra Normal. T de Student: Tendencioso
Acurácia	Produto Não Acurado. [Metodologia Santos et al. [2016]].

Fonte: (RAMOS et al., 2017)

Na análise do PEC, o produto não foi acurado para a altimetria, entretanto este resultado não tem grande influência para finalidade do trabalho, somente a planimetria que foi classificada como A, ou seja, obteve a melhor classificação do PEC.

6 RESULTADOS OBTIDOS

A partir do levantamento por trena, onde cada medida foi levantada três vezes, gerou-se o quadro 4 e 5 com as médias das medidas.

Quadro 4- Medidas de trena CASA SESI

MEDIDAS (m)	1ª	2ª	3ª	MÉDIA
L1	7,88	7,90	7,88	7,887
L2	23,79	23,76	23,78	23,777
L3	7,77	7,76	7,79	7,773
L4	7,30	7,28	7,27	7,283
L5	1,97	1,97	1,97	1,97
E1	7,76	7,77	7,78	7,77
E2	15,39	15,35	15,36	15,367
E3	7,36	7,38	7,39	7,377

RUA	11,24	11,23	11,24	11,237
------------	-------	-------	-------	--------

Fonte: O Autor

Quadro 5- Medidas de trena CASA ARARAS

MEDIDAS (m)	1ª	2º	3ª	MÉDIA
L1	11,70	11,71	11,70	11,703
L2	29,75	29,72	29,75	29,823
L3	11,95	11,97	11,94	11,953
L4	6,81	6,83	6,81	6,817
L5	3,04	3,03	3,04	3,037
E1	7,84	7,86	7,84	7,847
E2	13,94	13,92	13,93	13,93
E3	5,17	5,16	5,17	5,167
E4	6,00	6,02	6,01	6,01
E5	2,99	2,97	3,00	2,987
E7	1,97	1,96	1,96	1,963
E8	1,58	1,56	1,55	1,563
RUA	7,15	7,16	7,16	7,157

Fonte: O autor.

A partir da vetorização das feições de interesse das áreas imageadas, por meio da ferramenta measure do QuantumGIS foram calculadas as áreas de cada feição, e com a digitalização dos polígonos extraídos por trena, conseguiu-se também por meio do AutoCAD as áreas das feições, sendo assim foi gerado o Quadro 6 que expõe as diferenças entre as feições advindas da vetorização da imagem e do levantamento por trena para a casa SESI:

Quadro 6- Diferença das medidas CASA SESI

MEDIDAS (m)	TRENA	ORTOFOTO	DIFERENÇA
L1	7,887	8,068	0,181
L2	23,777	23,23,472	0,305
L3	7,773	7,775	0,002
L6	23,770	23,609	0,161
E1	7,77	7,626	0,144
E2	15,367	15,036	0,331
E3	7,377	7,533	0,156

Area predial(m²)	113,10	114,367	1,267
Area lote (m²)	186,174	185,089	1,085
Rua	11,237	11,24	0,003

Fonte: O autor.

Tendo base as diferenças e os resultados das áreas calculadas, para melhor compará-las foi aplicado o método do erro relativo percentual (Quadro 7).

Quadro 7 – Erros relativos casa SESI.

Medida	Erro relativo percentual
Area predial	1,1%
Área lote	0,58%
Rua	0,027%

Fonte: O autor.

De acordo com os quadros acima a obtenção da medida da rua, apesar do erro, foi considerada satisfatória, ou seja, o erro foi pouco significativo. Entretanto o mesmo não pode ser dito para o cálculo da áreas da propriedade.

Analisando a geometria extraída da ortofoto e a obtida por trena da casa ARARAS, notou-se uma diferença na parte predial, desta forma só foram analisadas as distâncias do perímetro do lote, como mostra o Quadro 8.

Quadro 8- Diferença das medidas CASA ARARAS

MEDIDAS (m)	TRENA	ORTOFOTO	DIFERENÇA
L1	11,703	11,878	0,175
L2	29,823	30,086	0,263
L3	11,953	12,25	0,297
L6	29,8230	30,520	0,697
Area predial(m²)	122,097	128,362	6,265
Area lote (m²)	349,019	365,871	16.852
Rua	7,157	7,138	0,019

Fonte: O autor.

Assim como para a casa SESI, foram calculados os erros relativos percentuais para as medidas de área predial, área do lote, e a rua, o quadro 9 expõe os resultados.

Quadro 9 – Erros relativos casa Araras.

Medida	Erro relativo percentual
Area predial	5,1314 %
Área lote	4,8284%
Rua	0,2656%

Fonte: O autor.

Os erros relativos para a casa ARARAS se apresentam muito significativos para as áreas, ou seja há uma diferença considerável entre as feições extraídas da ortofoto e por trena.

Pode-se notar ainda, uma grande discrepância entre os valores dos erros de uma ortofoto para outra, a ortofoto advinda do Phantom 4 obteve melhores resultados. Desta forma, surgiu uma dúvida: Por que o resultado dos erros das feições foram tão diferentes de um RPA para outro? Um dos motivos é que no aerolevanteamento da casa SESI o aparelho (Phantom 4) em todas as tomadas de foto, coletava ao mesmo tempo as coordenadas do centro de perspectiva da câmara por meio de receptor *GPS (Global Positioning System)* ou seja, as imagem já estavam sendo referenciadas à um sistema de coordenadas.

Já para o levantamento que imageou a casa ARARAS, as imagens foram referenciadas à um sistema de coordenadas posteriormente, quando foram identificados os pontos de controle no processamento dos dados.

E também, foi um encontrado um grande problema na ortoimagem advinda do vôo da aeronave eBee, algumas distorções na imagem que inviabilizam a extração correta das feições de interesse na imagem (Figura 6)

Figura 6 – Distorções.



Fonte: O autor.

Por que este problema aconteceu? A fim de responder essa indagação é que foi levantado mais uma feição, agora uma feição que se localiza em uma parte mais central da ortofoto e também mais próxima aos pontos de controle, o estacionamento araras, usando a mesma metodologia que para os outros objetos de estudo, ou seja, obteve-se o resultado da área pela vetorização da ortofoto e pela trena, mais tardia foram calculadas as diferenças como mostra o quadro 10.

Quadro 10- Diferença das medidas ESTACIONAMENTO ARARAS

MEDIDAS (m)	TRENA	ORTOFOTO	DIFERENÇA
L1	5,44	5,424	0,016
L2	17,10	17,052	0,048
L3	5,59	5,618	0,028
L4	17,16	17,174	0,014
AREA (m²)	99,07	99,344	0,274

Fonte: O autor.

Onde o erro absoluto relativo foi de 0,28%, sendo assim, por meio dos bons resultados obtidos da feição estacionamento araras, é possível dizer o que ocasiona essas distorções é o fato de que o local da casa está muito próxima à borda da imagem (Figura 7), ou seja, está sob o efeito de borda.

Figura 7 – Limite da Ortofoto



Fonte: O autor.

7. CONCLUSÕES

O avanço tecnológico dos aparelhos e das metodologias para estabelecer ou atualizar o cadastro territorial no país, é de suma importância, vez que o Brasil tem uma larga extensão territorial, desta forma o emprego de técnicas convencionais impossibilitam que o CTM seja atual, dado a morosidade e ao alto custo.

Neste sentido, principalmente cidades de pequeno e médio porte que muitas vezes possuem recursos escassos, o emprego de novas ferramentas como os RPAs poderá ser uma grande saída para driblar alguns destes inconvenientes. Possibilitando assim que os avanços na aquisição e atualização de bases cadastrais das cidades brasileiras sejam concretizados. Isto levando em consideração todos os estudos citados neste trabalho e os resultados encontrados pelos autores com o emprego deste equipamento.

Adicionalmente, para a utilização dos RPAS é importante observar o tipo de instrumentos, o software de processamento e a metodologia empregada, pois esses fatores poderão ser determinantes no sucesso do processo.

A partir dos resultados alcançados, os dados obtidos do levantamento usando o RPA Ebee, apresentaram um alto valor de erro relativo, justificada no trabalho pelo efeito de borda da Fotogrametria, para evitar que esse erro aconteça, poderia implantar-se mais pontos de controle com uma melhor distribuição, ou seja, pontos próximo as bordas, essa prática poderia

evitar a ocorrência do efeito. Sendo assim, a feição extraída da casa ARARAS na ortoimagem, não é possível ser empregada para o CTM, entretanto, se a feição analisada se localiza-se no centro da imagem onde se obteve bons resultados, é possível que a ortoimagem seria adequada ao CTM.

Assim como a feição da casa ARARAS, a feição da casa SESI também apresentou níveis significativos de erro mesmo não apresentando sofrer os mesmos problemas que a outra ortoimagem. Desta forma, a aplicação desta ortoimagem se mostra inviável para fins cadastrais.

É de suma importância ressaltar que o resultado obtido neste trabalho, não reprova a aplicabilidade dos RPAS analisados, somente o produto gerado de um voo com planejamento específico onde características como altura de voo, número e distribuição de pontos de controle são muito influentes a qualidade do resultado, contudo, a aplicação de uma outra metodologia para aquisição dos dados com os equipamentos pode gerar um produto suficientemente preciso para a aplicação no CTM.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMORIM, W. F. et al. **Avaliação de uso de Veículo Aéreo Não Tripulado - VANT em atividades de fiscalização da Agência Nacional de Águas.** Joao Pessoa: Anais Xvii Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - Sbsr,, 2016. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0345.pdf>>. Acesso em: 14 dez. 2017.
- ANTUNES, A. F. B.; HOLLATZ, R. C. V. **Cadastro Técnico Multifinalitário de baixo custo utilizando VANT (veículo aéreo não tripulado).** Curitiba: Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2015. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p1205.pdf>>. Acesso em: 29 nov. 2017.
- BARBOSA, R. L. **GERAÇÃO DE MODELO DIGITAL DO TERRENO POR APROXIMAÇÕES SUCESSIVAS UTILIZANDO CÂMARAS DIGITAIS DE PEQUENO FORMATO.** Presidente Prudente: FCT/unesp, 1999. Disponível em: <http://www2.fct.unesp.br/pos/cartografia/docs/teses/d_barbosa_rl.pdf>. Acesso em: 02 jul. 2017.
- BERVEGLIERI, A.; MORAES, V.; TOMMASELLI, A. M. G. **ORIENTAÇÃO E ORTORRETIFICAÇÃO DE IMAGENS TERRESTRES NADIRAIS.** Presidente Prudente: Boletim de Ciências Geodésicas, 2015. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/bcg/article/view/40458/24687>>. Acesso em: 29 nov. 2017.
- BRANDT, R.W. Nulidade no lançamento do IPTU no caso de erro na metragem de imóvel. **Revista Jus Navigandi**, ISSN 1518-4862, Teresina, ano 17, n. 3312, 26 jul. 2012. Disponível em: <<https://jus.com.br/artigos/22303>>. Acesso em: 1 nov. 2017.
- BRASIL. Decreto n. 89.817, de 20 de junho. de 1984. Estabelece as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional., Brasília,DF, jun 1984.
- BRASIL. Portaria n. 511, de 6 de dezembro. de 2009. Diretrizes para a criação, instituição e atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) nos municípios brasileiros., Brasília,DF, dez 2009.
- CELESTINO, V.S.; SALDANHA, D.L.; ROCHA, R.S.. **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE PRODUTOS GERADOS A PARTIR DE IMAGEM QUICKBIRD ATRAVÉS DO PEC – BRASILEIRO.** Porto Alegre: Inpe, 2007. 8 p. Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2006/11.14.20.45/doc/507-514.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2017.
- COELHO, L.; BRITO, J. N. **FOTOGRAMETRIA DIGITAL.** Rio de Janeiro: Editora da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2007. 196 p.
- DALMOLIN, Q. **PROJETO FOTOGRAMÉTRICO.** Curitiba: Imprensa Universitária da UFPR, 2009.
- ESPINHOSA, D.R.S. **INFLUÊNCIA DA INJUNÇÃO DA BASE NA FOTOTRIANGULAÇÃO DE IMAGENS OBTIDAS COM UMA UNIDADE DE MAPEAMENTO MÓVEL.** 2006. 112 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Cartográficas, Faculdade de Ciências e Tecnologia – Unesp, Presidente Prudente, 2006. Disponível em: <http://www2.fct.unesp.br/pos/cartografia/docs/teses/d_espinhosa_drs.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2017.

FERREIRA, E.R. FOTOTRIANGULAÇÃO ANALÍTICA: SOLUÇÃO DE GRANDES SISTEMAS LINEARES EM MICRO COMPUTADORES DA SÉRIE PC. 1990. 142 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1990. Disponível em:

<<http://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/37155/D - EDGAR RICARDO FERREIRA.pdf?sequence=3&isAllowed=y>>. Acesso em: 17 jun. 2017.

FIRKOWSKI, H. CONFIABILIDADE DA FOTOTRIANGULAÇÃO: CONFIGURAÇÃO E DETECÇÃO DE ERROS NO APOIO DE CAMPO. 1988. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1988. Disponível em: <<http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/36639/D - HENRIQUE FIRKOWSKI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 17 jun. 2017.

GEMAEL, C., INTRODUÇÃO AO AJUSTAMENTO DE OBSERVAÇÕES: Aplicações geodésicas. Curitiba, Editora UFPR, 1994.

GONÇALVES, G.R. ELEMENTOS DA FOTOGRAMETRIA ANALÍTICA. Coimbra: Departamento de Matemática da FCTUC, 2006.

KOHLSDORF, M. E. BREVE HISTÓRICO DO ESPAÇO URBANO COMO CAMPO DISCIPLINAR. São Paulo: Projeto, 1985. Disponível em: <http://www.twiki.ufba.br/twiki/bin/viewfile/PROGESP/ItemAcervo565?rev=&filename=Aula_03_tex03_breve_historico_espaco.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2017

KRAUS, K. PHOTGRAMETRY: Geometry from images na Laser Scans. 2. Ed. Berlin: Gruyter GmbH & Co., 2007. 459 p.

LIMA, S. L. R., METAMORFOSE NA LUTA POR HABITAÇÃO: o Movimento dos trabalhadores sem teto (MTST). 2004. 249 f. Tese (Doutorado) - Curso de Planejamento Urbano e Regional, Sociologia, Usp, Rio de Janeiro, 2004

MARQUES, J.M. O MÉTODO DA ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS NA DETECÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DE OUTLIERS MÚLTIPLOS EM FOTOTRIANGULAÇÃO. 1994. 145 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1994. Disponível em: <<http://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/34661/T - JAIR MENDES MARQUES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 14 jun. 2017.

MARTIN, L. PEC, O QUE É E COMO APLICAR?: PEC (PADRÃO DE EXATIDÃO CARTOGRÁFICA) DO ATRIBUTO GEOMÉTRICO. Curitiba: Engesat, 2017. EngeSat. Disponível em: <<http://www.engesat.com.br/pec-o-que-e-e-como-aplicar-2/>>. Acesso em: 01 dez. 2017.

MONICO, J. F. G. POSICIONAMENTO PELO GNSS: Descrição, fundamentos e aplicações. 2. ed. São Paulo: Unesp, 2008. 476 p.

MOURA, A. C. M.. CARTOGRAFIA II. Belo Horizonte: Icg Ufmg, 2001. 60 p. Disponível em: <<http://csr.ufmg.br/geoprocessamento/publicacoes/cartooi.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2017.

RAMOS, I. M. G. et al. COMPARAÇÃO DE LEVANTAMENTO GEODÉSICO E LEVANTAMENTO AEROFOTOGRAMÉTRICO COM AERONAVE REMOTAMENTO PILOTADA PARA USO EM GEORREFERENCIAMENTO DE IMÓVEIS RURAIS. Rio de Janeiro: Congresso Brasileiro de Cartografia, 2017. Disponível em: <<http://www.cartografia.org.br/cbc/anais.html>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

RAMOS, J. A. S.. **30 anos do Padrão de Exatidão Cartográfica no Brasil**. Mundogeo, 2014. Disponível em: <<http://mundogeo.com/blog/2014/08/10/30-anos-do-padro-de-exatidao-cartografica-no-brasil/>>. Acesso em: 29 nov. 2017.

REIS, T. T. dos ;TOMMASELLI, A. M. G.; RUY, R. da S. **MÓDULO COMPUTACIONAL PARA GERAÇÃO SEMIAUTOMÁTICA DE PLANOS DE VÔO FOTOGRAMÉTRICOS**. Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial, Florianópolis, 2001

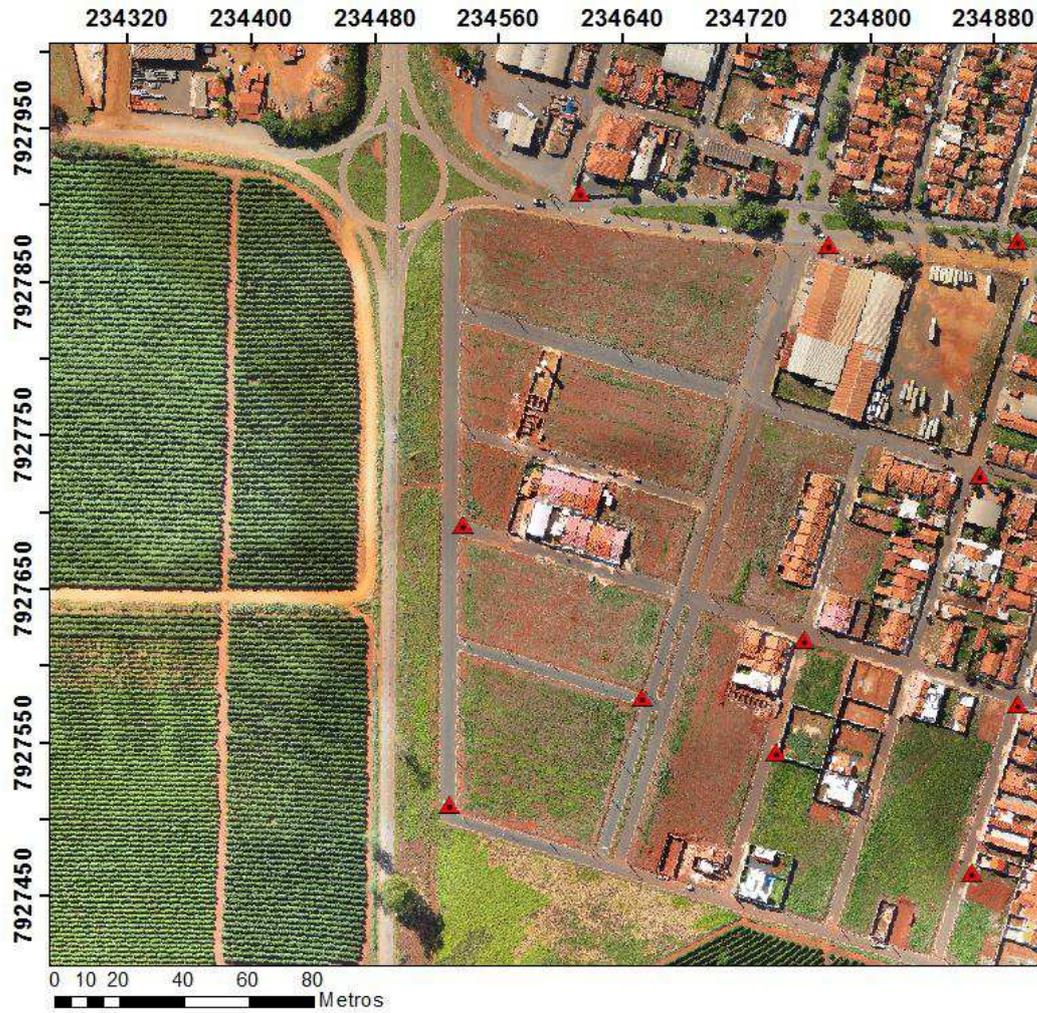
SANHUEZA, J.A.F. **EXTRAÇÃO SEMI-AUTOMÁTICA DE FEIÇÕES PLANAS E CÁLCULO DE ENTIDADES PONTUAIS A PARTIR DOS DADOS LIDAR PARA O APOIO FOTOGRAMÉTRICO**. 2007. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Geodésicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp102582.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2017.

SANTOS, S. D. R.; HUINCA, S. C. M.; MELO, Lineardo de Ferreira Sampaio. **Considerações sobre a utilização do PEC (Padrão de Utilização Cartográfica) nos dias atuais**. Recife: Ufpr, 2010. 5 p. III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/igce/planejamento/download/isabel/sist_inf_geografica2013/Aula3/pec_nos_dias_atuais.pdf>. Acesso em 29 nov. 2017.

ZANETTI, J. **INFLUÊNCIA DO NÚMERO E DISTRIBUIÇÃO DE PONTOS DE CONTROLE EM ORTOFOTOS GERADAS A PARTIR DE UM LEVANTAMENTO POR VANT**. Viçosa: Ufv, 2017. Disponível em: <http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/9808/texto_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 29 nov. 2017.

APÊNDICE A – PONTOS DE CONTROLE.

PONTOS DE CONTROLE



Legenda

▲ Pontos de Controle

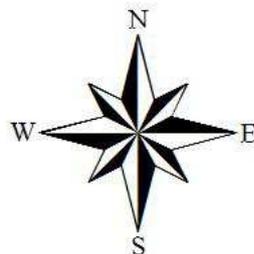
Ortoimagem

RGB

Red: Band_1

Green: Band_2

Blue: Band_3

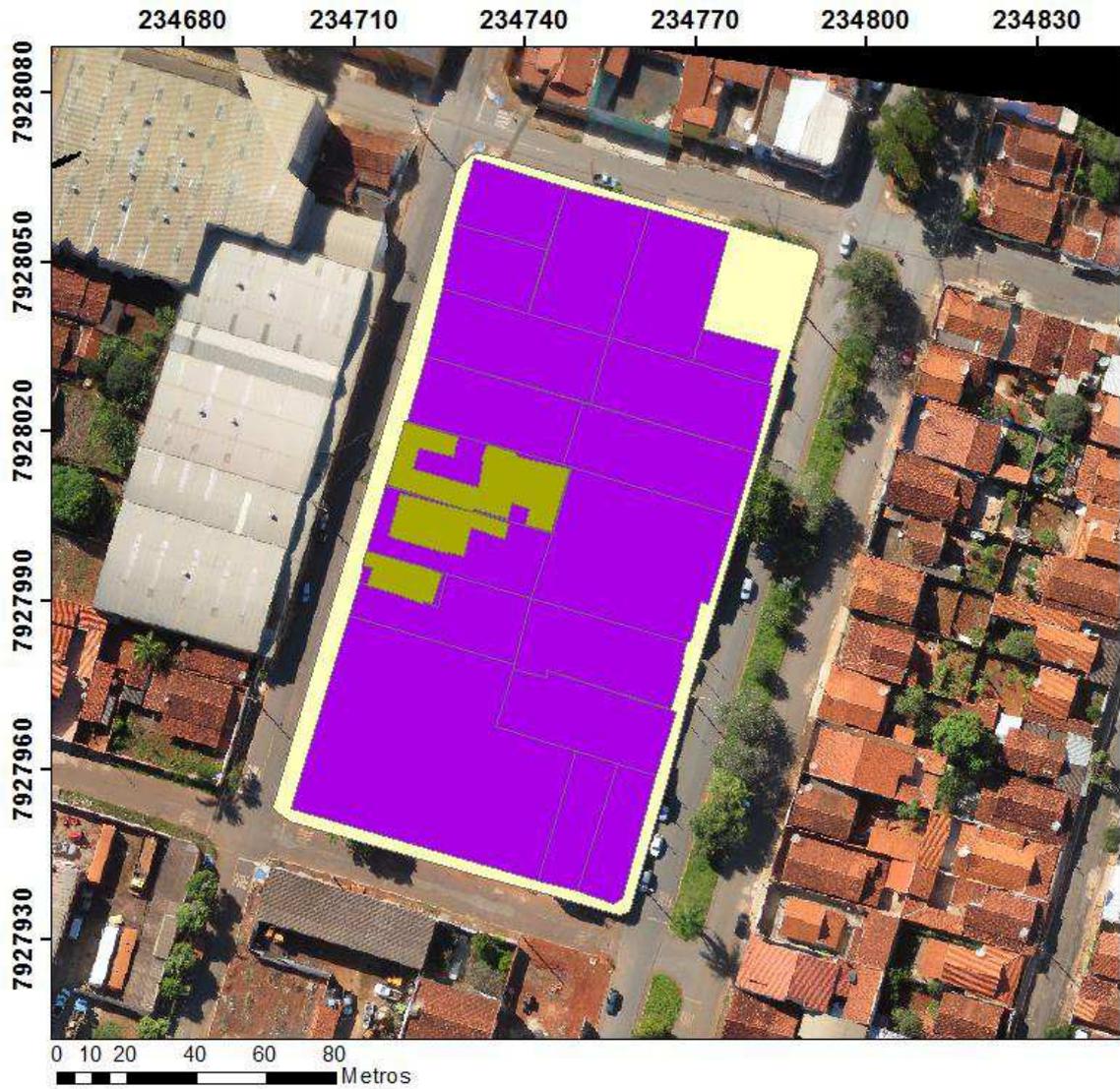


Referencial Geodésico: SIRGAS 2000
UTM 23S

Autor: MÜLLER, M.

APÊNDICE B – VETORIZAÇÃO DA CASA ARARAS.

VETORIZAÇÃO DA CASA ARARAS



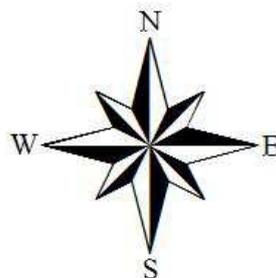
Legenda

- Edificação
- Lote
- Quadra

Ortoimagem

RGB

- Red: Band_1
- Green: Band_2
- Blue: Band_3

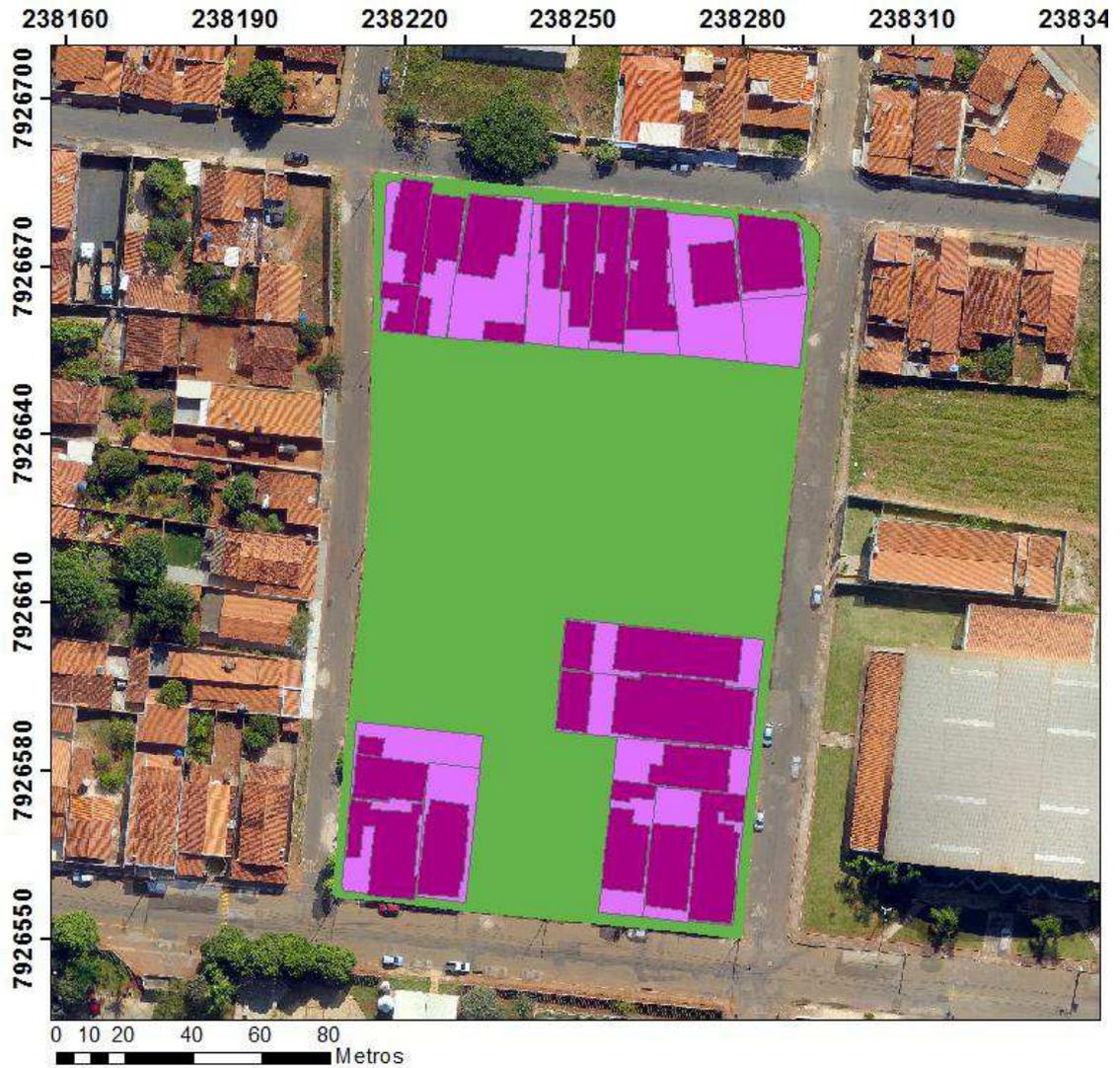


Referencial Geodésico: SIRGAS 2000
UTM 23S

Autor: MÜLLER, M.

APÊNDICE C – VETORIZAÇÃO DA CASA SESI.

VETORIZAÇÃO DA CASA SESI



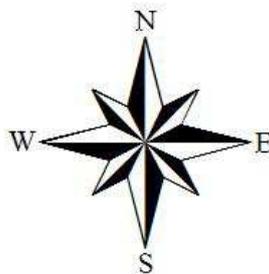
Legenda

- Edificação
- Lote
- Quadra

Ortoimagem

RGB

- Red: Band_1
- Green: Band_2
- Blue: Band_3



Referencial Geodésico: SIRGAS 2000
UTM 23S

Autor: MÜLLER, M.

APÊNDICE D – RELATÓRIO GNSS SOLUTIONS.

Land Survey Overview

GNSS Solutions

(C) 2012 Trimble Navigation Limited. All rights reserved. Spectra Precision is a Division of Trimble Navigation Limited.

16/10/2017 16:00:05

www.spectraprecision.com

Project Name : TCC2

Spatial Reference System : SIRGAS_LAT_LONG

Time Zone : (UTC-03:00) Brasília

Linear Units : Meters

Coordinate System Summary

Coordinate system

Name : SIRGAS_LAT_LONG

Type : Geographic

Unit name : Radians

Radians per unit : 1

Vertical datum : Ellipsoid

Vertical unit : Meters

Meters per unit : 1

Datum

Name : SIRGAS 2000=ITRF00,2000.4,SOAM

Ellipsoid Name : GRS 1980

Semi-major Axis : 6378137.000 m

Inverse Flattening : 298.257222101

DX to WGS84 : 0.0000 m

DY to WGS84 : 0.0000 m

DZ to WGS84 : 0.0000 m

RX to WGS84 : -0.000000 "

RY to WGS84 : -0.000000 "

RZ to WGS84 : -0.000000 "

ppm to WGS84 : 0.000000000000

Control Points : 1

Reference Points : 0

Logged Points : 11

Target Points : 0

Intermediate Points : 0

Control Points

Name	95%	Error	Status	Control Error
------	-----	-------	--------	---------------

MGMT	Long 47° 31' 25.66202"W	0.001	FIXED
	Lat 18° 43' 26.77271"S	0.001	FIXED
	Ellips height 912.469	0.003	FIXED
	Description MGMT		

Logged Points

Name	Components	Error	Status
bXX1	Long 47° 30' 50.53278"W	0.004	Processed (static)
	Lat 18° 43' 25.29339"S	0.005	Processed (static)
	Ellips height 892.649	0.008	Processed (static)
bXX10	Long 47° 30' 50.70190"W	0.003	Processed (static)
	Lat 18° 43' 35.12599"S	0.004	Processed (static)
	Ellips height 890.052	0.013	Processed (static)
bXX11	Long 47° 30' 51.44835"W	0.003	Processed (static)
	Lat 18° 43' 30.26770"S	0.004	Processed (static)
	Ellips height 892.099	0.013	Processed (static)
bXX2	Long 47° 30' 54.71898"W	0.004	Processed (static)
	Lat 18° 43' 25.33333"S	0.005	Processed (static)
	Ellips height 895.272	0.009	Processed (static)
bXX3	Long 47° 31' 00.16640"W	0.004	Processed (static)
	Lat 18° 43' 24.16753"S	0.007	Processed (static)
	Ellips height 897.788	0.010	Processed (static)
bXX4	Long 47° 31' 02.87005"W	0.004	Processed (static)
	Lat 18° 43' 31.16500"S	0.005	Processed (static)
	Ellips height 897.142	0.008	Processed (static)
bXX5	Long 47° 31' 03.25745"W	0.004	Processed (static)
	Lat 18° 43' 37.08816"S	0.006	Processed (static)
	Ellips height 893.935	0.009	Processed (static)
bXX6	Long 47° 30' 58.97164"W	0.004	Processed (static)
	Lat 18° 43' 34.85819"S	0.005	Processed (static)
	Ellips height 894.307	0.008	Processed (static)
bXX7	Long 47° 30' 55.36413"W	0.004	Processed (static)
	Lat 18° 43' 33.69657"S	0.005	Processed (static)
	Ellips height 893.290	0.008	Processed (static)
bXX8	Long 47° 30' 56.02063"W	0.003	Processed (static)
	Lat 18° 43' 36.05914"S	0.005	Processed (static)
	Ellips height 892.554	0.007	Processed (static)
bXX9	Long 47° 30' 51.75686"W	0.003	Processed (static)

Lat 18° 43' 38.67743"S 0.004 Processed (static)
 Ellips height 888.597 0.012 Processed (static)

Files

Name	Start Time	Sampling	Epochs	Size (Kb)	Type
mgmt2761.17o	17/10/02 21:00:00		15	5760 6049	L1/L2
GPS/GLONASS					
GbXXXC17.276	17/10/03 14:10:50		5	71 137	L1/L2
GPS/GLONASS					
GbXXXF17.276	17/10/03 14:22:00		5	64 116	L1/L2
GPS/GLONASS					
GbXXXG17.276	17/10/03 14:33:35		5	64 137	L1/L2
GPS/GLONASS					
GbXXXH17.276	17/10/03 14:44:40		5	66 140	L1/L2
GPS/GLONASS					
GbXXXI17.276	17/10/03 14:54:20		5	65 138	L1/L2 GPS/GLONASS
GbXXXJ17.276	17/10/03 15:05:30		5	67 143	L1/L2
GPS/GLONASS					
GbXXXK17.276	17/10/03 15:15:50		5	65 127	L1/L2
GPS/GLONASS					
GbXXXL17.276	17/10/03 15:25:15		5	72 117	L1/L2
GPS/GLONASS					
GbXXXM17.276	17/10/03 15:39:50		5	66 134	L1/L2
GPS/GLONASS					
GbXXXN17.276	17/10/03 15:49:25		5	66 113	L1/L2
GPS/GLONASS					
GbXXXO17.276	17/10/03 16:02:55		5	69 116	L1/L2
GPS/GLONASS					

Occupations

Site	Start Time	Time span	Type	File
MGMT	2 outubro 2017 21:00:00.00	23:59:45.00	Static	
mgmt2761.17o				
bXX1	3 outubro 2017 14:10:50.00	00:05:50.00	Static	
GbXXXC17.276				
bXX2	3 outubro 2017 14:22:00.00	00:05:15.00	Static	
GbXXXF17.276				
bXX3	3 outubro 2017 14:33:35.00	00:05:15.00	Static	
GbXXXG17.276				
bXX4	3 outubro 2017 14:44:40.00	00:05:25.00	Static	
GbXXXH17.276				
bXX5	3 outubro 2017 14:54:20.00	00:05:20.00	Static	
GbXXXI17.276				
bXX6	3 outubro 2017 15:05:30.00	00:05:30.00	Static	
GbXXXJ17.276				

bXX7	3 outubro 2017 15:15:50.00	00:05:20.00	Static
GbXXXXK17.276			
bXX8	3 outubro 2017 15:25:15.00	00:05:55.00	Static
GbXXXL17.276			
bXX9	3 outubro 2017 15:39:50.00	00:05:25.00	Static
GbXXXM17.276			
bXX10	3 outubro 2017 15:49:25.00	00:05:25.00	Static
GbXXXN17.276			
bXX11	3 outubro 2017 16:02:55.00	00:05:40.00	Static
GbXXXO17.276			

Processes

Reference	Reference File	Rover	Rover File	Mode	Num
MGMT	mgmt2761.17o	bXX1	GbXXXC17.276	Static	1
MGMT	mgmt2761.17o	bXX10	GbXXXN17.276	Static	2
MGMT	mgmt2761.17o	bXX9	GbXXXM17.276	Static	3
MGMT	mgmt2761.17o	bXX8	GbXXXL17.276	Static	4
MGMT	mgmt2761.17o	bXX7	GbXXXK17.276	Static	5
MGMT	mgmt2761.17o	bXX6	GbXXXJ17.276	Static	6
MGMT	mgmt2761.17o	bXX5	GbXXXI17.276	Static	7
MGMT	mgmt2761.17o	bXX4	GbXXXH17.276	Static	8
MGMT	mgmt2761.17o	bXX3	GbXXXG17.276	Static	9
MGMT	mgmt2761.17o	bXX2	GbXXXF17.276	Static	10
MGMT	mgmt2761.17o	bXX11	GbXXXO17.276	Static	11

Processed vectors

Vector Identifier	Vector Length	95% Error	Vector Components	95% Error	SV	PDOP	QA	Solution
MGMT - bXX11	1008.401	0.020	X 702.980	0.008	13	1.6	Fixed	
17/10/03 16:02:55.00			Y 716.673	0.009				
+00:05:40.00			Z -95.248	0.007				
MGMT - bXX2	907.868	0.015	X 667.240	0.007	14	1.3	Fixed	
17/10/03 14:22:00.00			Y 613.813	0.007				
+00:05:15.00			Z 47.441	0.004				
MGMT - bXX3	751.445	0.018	X 558.915	0.007	17	1.1	Fixed	
17/10/03 14:33:35.00			Y 495.772	0.007				
+00:05:15.00			Z 80.586	0.007				
MGMT - bXX4	681.493	0.015	X 453.430	0.007	17	1.1	Fixed	
17/10/03 14:44:40.00			Y 493.665	0.007				
+00:05:25.00			Z -122.999	0.004				
MGMT - bXX5	729.305	0.016	X 403.514	0.007	16	1.2	Fixed	
17/10/03 14:54:20.00			Y 531.364	0.007				
+00:05:20.00			Z -294.472	0.006				

MGMT - bXX6 17/10/03 15:05:30.00 +00:05:30.00	820.794	0.014	X	511.228	0.006	17	1.2	Fixed
				Y 599.675	0.006			
				Z -229.648	0.004			
MGMT - bXX7 17/10/03 15:15:50.00 +00:05:20.00	913.095	0.015	X	596.271	0.007	15	1.4	Fixed
				Y 663.315	0.007			
				Z -195.491	0.004			
MGMT - bXX8 17/10/03 15:25:15.00 +00:05:55.00	914.442	0.013	X	565.862	0.005	14	1.5	Fixed
				Y 668.039	0.005			
				Z -264.060	0.004			
MGMT - bXX9 17/10/03 15:39:50.00 +00:05:25.00	1058.981	0.019	X	637.998	0.008	14	1.6	Fixed
				Y 774.241	0.008			
				Z -339.043	0.007			
MGMT - bXX10 17/10/03 15:49:25.00 +00:05:25.00	1056.273	0.020	X	685.404	0.008	13	1.7	Fixed
				Y 768.244	0.009			
				Z -236.081	0.007			
MGMT - bXX1 17/10/03 14:10:50.00 +00:05:50.00	1030.476	0.015	X	756.280	0.007	15	1.3	Fixed
				Y 698.195	0.007			
				Z 49.446	0.005			

APÊNDICE E – LAYOUT POR TRENA CASA ARARAS.

