

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS Uni-ANHANGUERA
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**USO DE DRONE DE BAIXO CUSTO PARA O CADASTRAMENTO
URBANO NA CIDADE DE CATURAI-GO**

GRACIANO LUIZ BOROTTO

GOIÂNIA
Novembro/2019

GRACIANO LUIZ BOROTTO

**USO DE DRONE DE BAIXO CUSTO PARA O CADASTRAMENTO
URBANO NA CIDADE DE CATURÁÍ-GO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário de Goiás – Uni ANHANGUERA, sob orientação do Professor Mestre Marcos Vinícius Alexandre da Silva, como requisito parcial para obtenção do título de bacharelado em Engenharia Civil.

GOIÂNIA
Novembro/2019

TERMO DE APROVAÇÃO

GRACIANO LUIZ BOROTTO

USO DE DRONE DE BAIXO CUSTO PARA O CADASTRAMENTO URBANO NA CIDADE DE CATURAI-GO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora como requisito parcial para obtenção do Bacharelado em Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás - Uni-ANHANGUERA, defendido e aprovado em 29 de Nov. de 2019 pela banca examinadora constituída por:

Marcos Vinícius A da Silva

Prof. Me. Marcos Vinícius Alexandre da Silva
Orientador

Cristiane R. L. Nascimento

Prof. Me. Cristiane Roldan de Carvalho Nascimento
Membro

Marcela Pimenta Faleiros dos Santos

Prof. Marcela Pimenta Faleiros dos Santos
Membro

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por me dar forças, serenidade, saúde e discernimento, tanto nas horas boas e difíceis, me guiando e iluminando meus passos nesta caminhada. Agradeço e dedico aos meus pais e minha família que sempre tiveram ao meu lado em todos os momentos.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por ter permitido que eu estivesse hoje concluindo um sonho, me dando forças, coragem, saúde e determinação para enfrentar as dificuldades e obstáculos durante a caminhada, a minha família que foi crucial nessa etapa da minha vida, me incentivando, apoiando nas horas difíceis e principalmente me dando amor e carinho, aos nossos mestres que nos ensinaram e orientaram com paciência e dedicação e principalmente ao nosso orientador Marcus Vinicius, que me incentivou a pesquisar sobre o tema proposto nesse TFC, despertando em mim um interesse muito além de uma simples pesquisa, mas algo que posso levar para a minha vida profissional.

RESUMO

O objetivo geral deste trabalho é realizar mapeamento urbano com veículo aéreo não tripulado de baixo custo, com a finalidade de gerar produtos para extração de informações relevantes para a formação de uma base cartográfica e seguinte elaboração do Cadastro Técnico Multifinalitário, este realizado no município de Caturai - GO. O levantamento dos dados foi realizado em uma parte da área urbana, compreendendo os bairros: Residencial Interlagos, Vila Dona Firmina e o Setor Parque Industrial, podendo no futuro ser estendido ao restante da cidade. Na primeira etapa, foi realizada uma intensa revisão bibliográfica sobre veículos aéreos não tripulados e controlados remotamente, para investigar o manuseio e potencial aplicação desse equipamento e também sobre a composição de um Cadastro Técnico Multifinalitário. Após estudo, foi realizado o planejamento e a execução de vôo para o mapeamento aéreo nos devidos bairros citados. Na etapa seguinte, após levantamento aéreo, os dados coletados foram processamento e avaliados, quanto a sua qualidade. Apartir do processamento, gerou-se uma Nuvem Densa de Pontos, contendo as informações geodésicas, e foi feita a junção das imagens, gerando o Ortomosaico, Modelos Digitais de Elevação (MDE), Modelo Digital do Terreno (MDT) e Curvas de Nivel. Por fim, foram extraídos dados vetoriais do Ortomosaico, para formação de uma Base Cartografica Cadastral, como um dos requisitos para a elaboração de um Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM), estes compatibilizados em um Sistema de Informações Geográficas (SIG). Essas informações servem como uma importante ferramenta de apoio à gestão pública municipal.

PALAVRAS-CHAVE: Mapeamento Urbano. Base Cartográfica. Veiculo Aéreo Não Tripulado (VANT)

1 INTRODUÇÃO

Devido ao crescimento das cidades, núcleos urbanos e ocupações irregulares de terra ao longo dos anos, os gestores municipais enfrentam vários problemas na infraestrutura básica, como: a falta de planejamento nas habitações, saneamento básico incompleto, instalações elétricas de risco, improvisação de ruas e vias de acesso, falta de centros de saúde e educação adequados próximo áreas populacionais, entre outros problemas.

Di Sarno (2004), informa que o planejamento é instrumento necessário à adequada ordenação do espaço urbano, sendo que o “[...] planejamento urbanístico deve traduzir metas para o setor público e privado, pretendendo a transformação dos espaços, ou o estímulo a certas atividades, ou a manutenção de determinadas áreas para que, vista no conjunto, a cidade se equilibre nas suas múltiplas funções” (DI SARNO, 2004, p. 55).

Para haver uma gestão consistente, entende-se que o Plano Diretor constitui como um dos principais instrumentos relevante ao planejamento, economia, tributação, ação social, e ordenação do território entre outras aplicações na gestão de uma cidade. Mas, mesmo após mais de uma década da Aprovação do Estatuto da Cidade, no qual, criou a Lei de Elaboração e Implantação do Plano Diretor, obrigatório à cidades com população acima dos 20 mil habitantes, ainda há muitos municípios que não o tem, devido ao seu alto custo.

Para a elaboração de planos urbanísticos, é preciso mostrar a realidade local de cada município, sendo indispensável a execução do Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM), que oferece ferramentas necessárias de precisão geométrica e temáticas, fundamentais no planejamento urbano.

Loch (2005), cita uma série de objetivos do cadastro multifinalitário, que podem ser sintetizados da seguinte maneira: coletar e armazenar informações descritivas do espaço urbano, mantendo-as atualizadas; implementar e manter atualizado o sistema cartográfico; fornecer informações aos processos de tomada de decisões inerentes ao planejamento e à gestão urbanos; tornar mais confiáveis as transações imobiliárias através de uma definição precisa da propriedade imobiliária; e disponibilizar essas informações para os órgãos públicos e para a sociedade em geral.

Para que o estudo em questão, seja viável, busca-se um levantamento detalhado das informações cadastrais preexistentes no município escolhido, relativo ao meio físico, jurídico (limites de propriedades, uso do solo, legislação, registro de imóveis, áreas de ocupação irregular, etc.) e as condições socioeconômicas e ambientais da população. O CTM, por sua

vez, necessita de uma base cartográfica atualizada, um dos principais problemas dos órgãos reguladores.

Um dos impeditivos para manter essas bases atualizadas costuma ser o alto custo do processo. Desta maneira, alternativas de baixo custo podem mostrar-se viáveis para cidades de pequeno porte.

Uma dessas possibilidades é a aplicação da técnica fotogramétrica realizada por Sistema de Aeronaves Remotamente Pilotadas – RPAS, também usualmente chamados de VANT ou Drone, que convencionou-se o primeiro como os de asa fixa e o segundo os multirotores.

Ainda há uma discussão quanto à denominação dos veículos aéreos que são pilotados remotamente. Em inglês, UAVs (*Unmanned aerial vehicles*) (Crommelinck et al., 2017), já no Brasil ficaram conhecidos como VANTs (Veículos Aéreos Não Tripulado) (Antunes e Hollatz, 2015) e mais recentemente faz-se o uso do termo RPA (*Remotely-Piloted Aircraft*) (ANAC, 2017).

O uso de RPAs na obtenção de dados cartográficos, em particular para o mapeamento cadastral, tem sido cada vez mais estudado e discutido devido as suas características de um sistema ágil na aquisição de informações, de baixo custo e flexível para dados de alta resolução, incluindo modelos digitais de superfícies (MDS), aplicações utilizando Fotogrametria e Sensoriamento Remoto. (CROMMELINCK et al., 2017).

Esses equipamentos realizam sobrevôos capturando sobre a área de interesse imagens com uma câmera digital de pequeno formato abordo, formando um mosaico de ortofotos.

Em projetos pontuais de escala local, os aerolevantamentos tradicionais, bastante onerosos, são inviabilizados em função da grande mobilização de recursos, sem um bom custo-benefício, pelas áreas a serem cobertas. Como solução deste problema, é cada vez mais comum a utilização dos RPAS ou VANT's para o mapeamento da superfície terrestre, tanto em esfera civil quanto militar. Com as tecnologias atuais é possível atingir resoluções de poucos centímetros e precisões compatíveis com aerolevantamentos convencionais fotogramétricos ou de LIDAR. (FERREIRA A.M.R., 2014).

Após esse procedimento, em um ambiente computacional, os arquivos serão processados e as informações extraídas para a confecção da base cartográfica e estruturação de um Sistema de Informação Geográfica (SIG).

Um Sistema de Informação Geográfica (SIG) é constituído por um conjunto de ferramentas especializadas em adquirir, armazenar, recuperar, transformar e emitir informações espaciais. Esses dados geográficos descrevem objetos do mundo real em termos

de posicionamento, com relação a um sistema de coordenadas, seus atributos não aparentes (como a cor, pH, custo, incidência de pragas, etc) e das relações topológicas existentes. Portanto, um SIG pode ser utilizado em estudos relativos ao meio ambiente e recursos naturais, na pesquisa da previsão de determinados fenômenos ou no apoio a decisões de planejamento, considerando a concepção de que os dados armazenados representam um modelo do mundo real. (BURROUGH, 1986. 193 p.).

Este estudo tem a finalidade de analisar e demonstrar a qualidade dos produtos gerados com o Aerolevantamento feito por um RPA de baixo custo. Estes aplicados na extração de dados para formação de uma Base Cartográfica Cadastral, item essencial para elaboração de um Cadastro Técnico Multifinalitário, no qual compatibilizados em um Sistema de Informações Geográficas (SIG), servirão como uma poderosa ferramenta de apoio à gestão pública municipal de cidades de pequeno e médio porte, devido a sua viabilização econômica e agilidade no processo de execução e obtenção de informações.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

O estudo foi realizado no município de Caturai, na área urbana da cidade, compreendida pelos bairros: Residencial Interlagos, Vila Dona Firmina e Setor Parque Industrial. O município está localizado na Região Metropolitana de Goiânia, entre as coordenadas geográficas $16^{\circ}26' S / 49^{\circ}29' O$ e $16^{\circ}27' S / 49^{\circ}29' O$ com uma distância de aproximadamente 40 km da Capital do Estado de Goiás, conforme ilustra a Figura 01.

A área urbana é de aproximadamente 168,0 hectares e representa geograficamente dimensões reduzidas em relação a diversas cidades do estado. Porém o censo demográfico do ano de 2010, realizado pelo IBGE, computou 4.686 habitantes residentes no município, com uma estimativa de 5.038 habitantes para 2018, tendo um incremento de 7% em 8 anos.

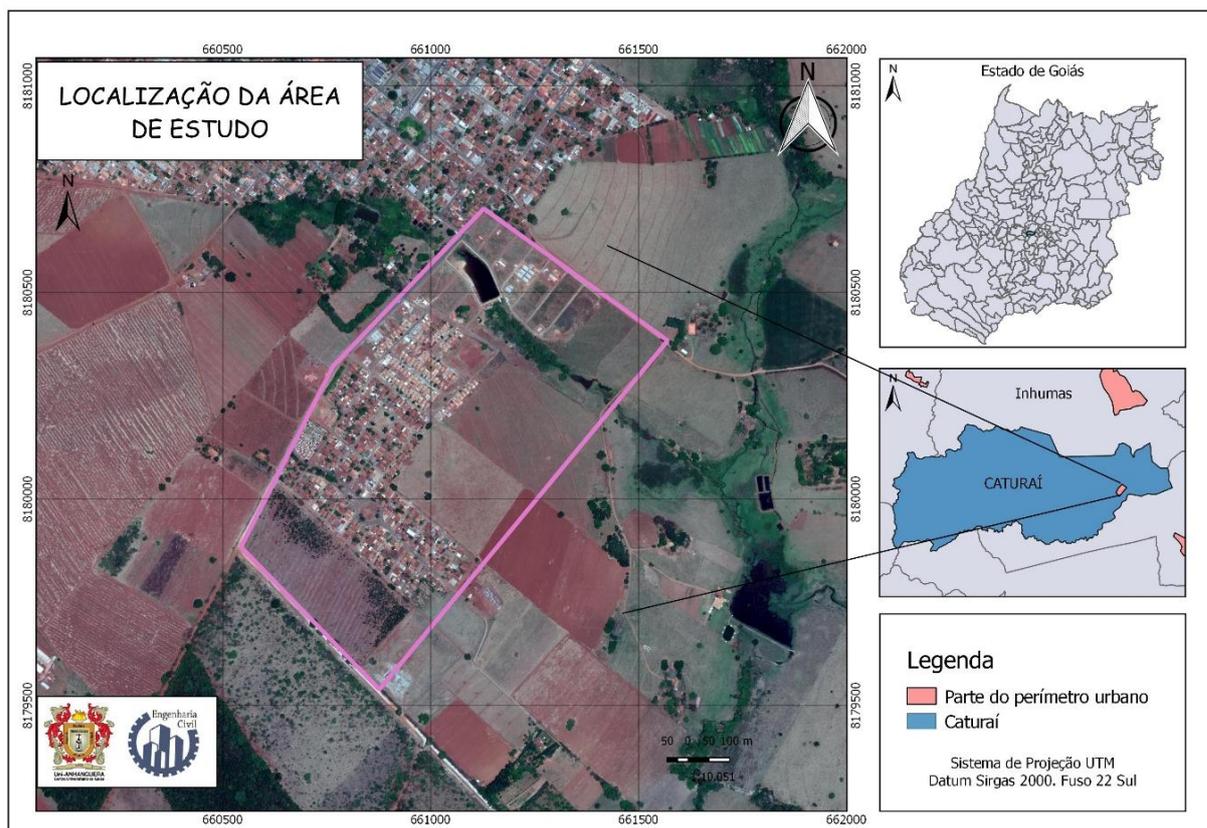


Figura 01. Mapa de localização da área de estudo.

2.2 Equipamentos

Os equipamentos utilizados para o levantamento *in loco* e pós processamento dos arquivos foram:

- Um drone multirrotor da marca DJI, denominado " *Phantom 4 Advanced*", ilustrado na figura 02, que conta com uma autonomia de voo de até 30 minutos e controle de longo alcance de até 7 Km. Equipamento com valor aproximado R\$ 6.000,00.



Figura 02 – Drone DJI Phantom 4 Advanced

Fonte: Site: <https://www.blueletro.com.br>

- Um tablet Ipad Mini 4, da marca Apple, modelo A1538 contendo tela de 7,9 polegadas e 128 Giba bytes de espaço de memória interna, sistema operacional IOS versão 12. Valor aproximado: R\$ 1.800,00
- Um notebook Inspiron 5570, da marca DELL, contendo: tela LED Full HD de 15.6 polegadas, processador da 8ª Geração Intel® Core™ i7-8550U, placa de vídeo dedicada de 4GB, memória RAM de 8GB e um Disco Rígido (HD) de 2TB. Portando o Sistema operacional: Windows 10 Home Single Language, de 64 bits - em Português (Brasil). Valor aproximado R\$ 3.500,00
- Configuração do planejamento de voo pelo aplicativo gratuito *DroneDeploy*.

- Uso do Software Agisoft Metashape Professional para manipulação das imagens e criação do ortomosaico. Valor aproximado R\$ 14.000,00
- Uso do Software livre QGIS versão 3.8, para extração de informações do ortomosaico, vetorização dos objetos, confecção de diversos mapas temáticos e elaboração de um sistema de Informações Geográficas (SIG).

2.3 Planejamento de Vôo

Após a escolha do equipamento, como item primordial para execução do mapeamento, foi elaborado um planejamento de vôo, utilizando o aplicativo gratuito *DroneDeploy*, conforme Figura 03, no qual foi inserido os seguintes parâmetros:

- Percentual de sobreposição Lateral das imagens: 65%;
- Percentual de sobreposição Frontal das imagens: 75%;
- Direção de vôo: -140°;
- Velocidade de vôo do drone: 10 m/s;
- Altura de voo: 100 m

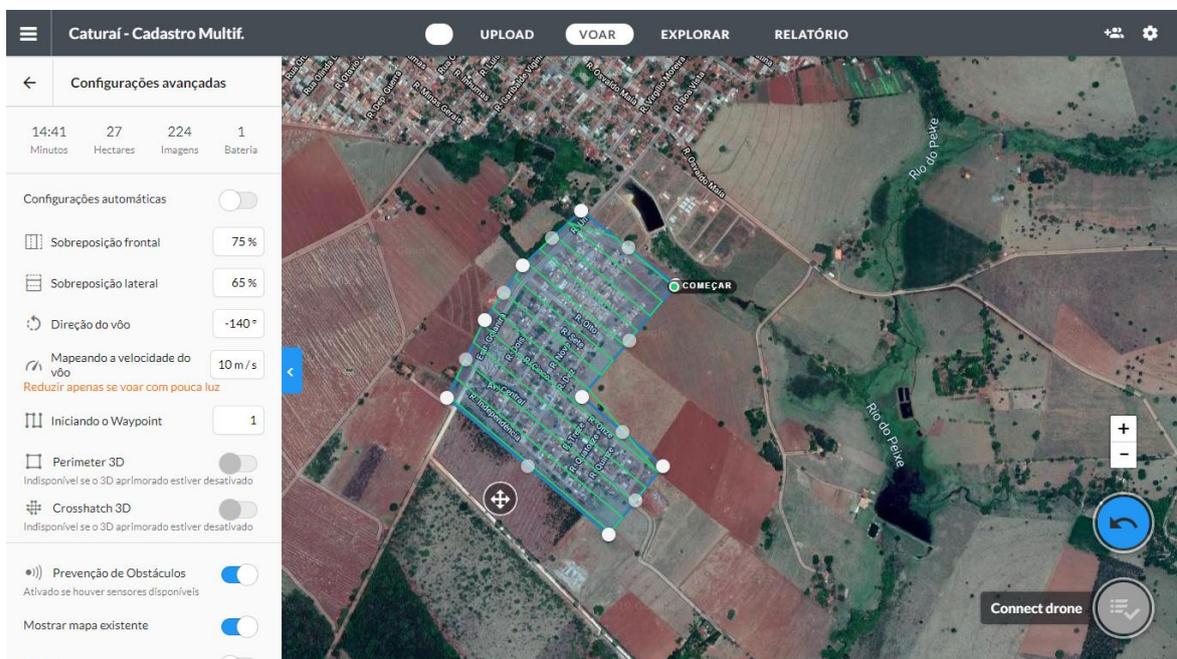


Figura 03 – Planejamento de vôo no aplicativo *DroneDeploy*.

2.4 Execução do Vôo

Após o planejamento do vôo, procedeu-se com a execução do plano, que ocorreu no dia 31/08/2019, às 12:28 horas, com autorização prévia da Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC). Nas imediações do local, foram checados e montados os equipamentos, assim como escolhido um ponto para decolagem e pouso do RPA.

Em seguida, iniciaram-se os procedimentos para realização do levantamento, executando um *Check-list* dos itens planejados para o vôo dentro do aplicativo de controle do equipamento. Após concluído o *check-list*, o RPA decolou e começou o procedimento de captura de imagens. O tempo de execução do vôo foi de 00:14:41 (Quatorze minutos e quarenta e um segundos), englobando, a decolagem, o sobrevôo e o pouso do aeronave. A área de recobrimento, de 27 hectares, gerou 224 cenas. As imagens foram coletadas e armazenadas no cartão de memória do vant.

2.5 Processamento de Dados

Com o levantamento concluído, as imagens foram inseridas e processadas em um sistema computacional. Para isso foi utilizado o *software* russo *Agisoft Metashape* que realizou o processamento fotogramétrico de imagens digitais e gerou dados espaciais como ortomosaicos, o modelo digital de elevação e de terreno e as curvas de nível, conforme os seguintes procedimentos.

2.5.1 Conversão do Sistema de Referência

Primeiramente foi criado um projeto e importada para dentro do *software* as imagens capturadas no levantamento. Em seguida, foi averiguado a possível existência de falhas nas imagens ocorrido no processo de captura e a exclusão das mesmas, caso existisse, para evitar erros no processamento. Após isso, foi feita a conversão do sistema de referência, no qual as imagens capturadas são fornecidas no sistema geodésico World Geodetic System (WGS-84), coordenadas geográficas, cuja origem coincide com o centro de massa da Terra.

Para os padrões brasileiros, deve se adotar o Sistema Geodésico Brasileiro (SGB), que entre outros utiliza o sistema geodésico SIRGAS2000. Para a extração das métricas foi necessário convertê-las para o sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM).

2.5.2 Alinhamento das Imagens e Nuvem Densa de Pontos

O passo seguinte se deu em executar o alinhamento das fotos, e a geração da Nuvem Densa de Pontos. Essa nuvem é um conjunto de pontos expresso em um mesmo sistema de coordenadas tridimensional, estes são definidos por coordenadas X, Y e Z e comumente têm o objetivo de representar a superfície externa de um objeto, assim demonstrado na Figura 04.

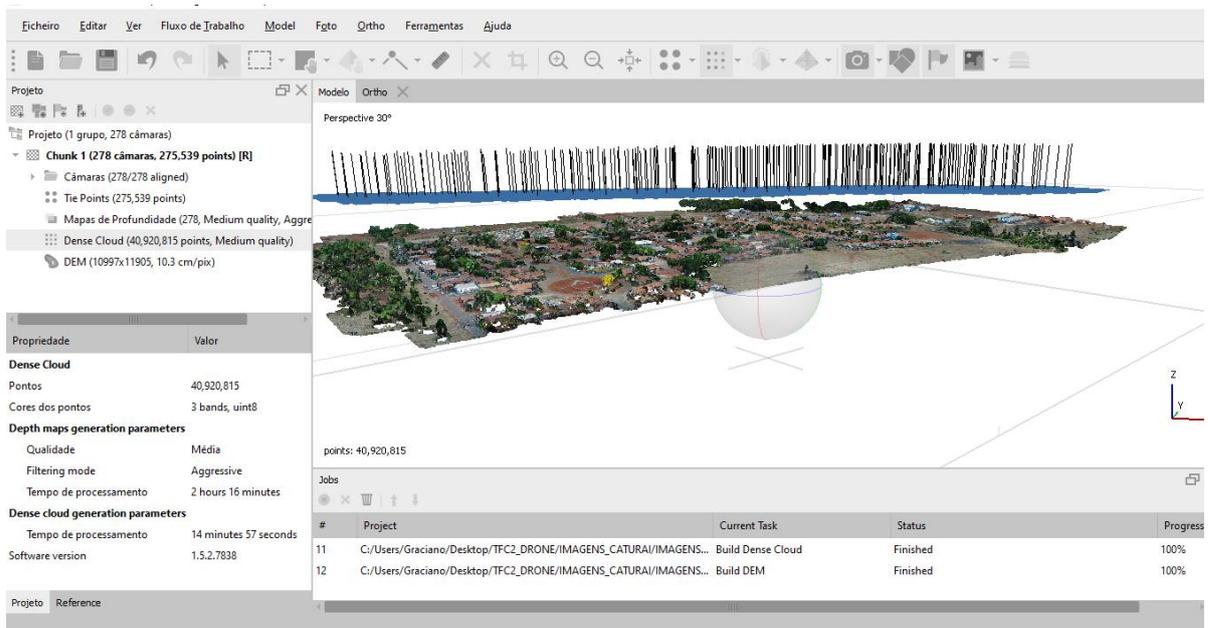


Figura 04 – Alinhamento das fotos e geração da Nuvem Densa de Pontos.

2.5.3 Ortomosaico

Após a nuvem densa de pontos, foi gerado o Ortomosaico, que é um conjunto de fotos de escala aproximada, de uma determinada região, recortada e montada de tal forma que todo o conjunto torna-se uma única fotografia, conforme a figura 05.



Figura 05 – Ortomosaico gerado

2.5.4 Modelo Digital de Elevação (MDE)

Em seguida foi executada a geração do Modelo Digital de Elevação (MDE), que representa as informações de altitude com todos os objetos acima do solo, conforme figura 06.

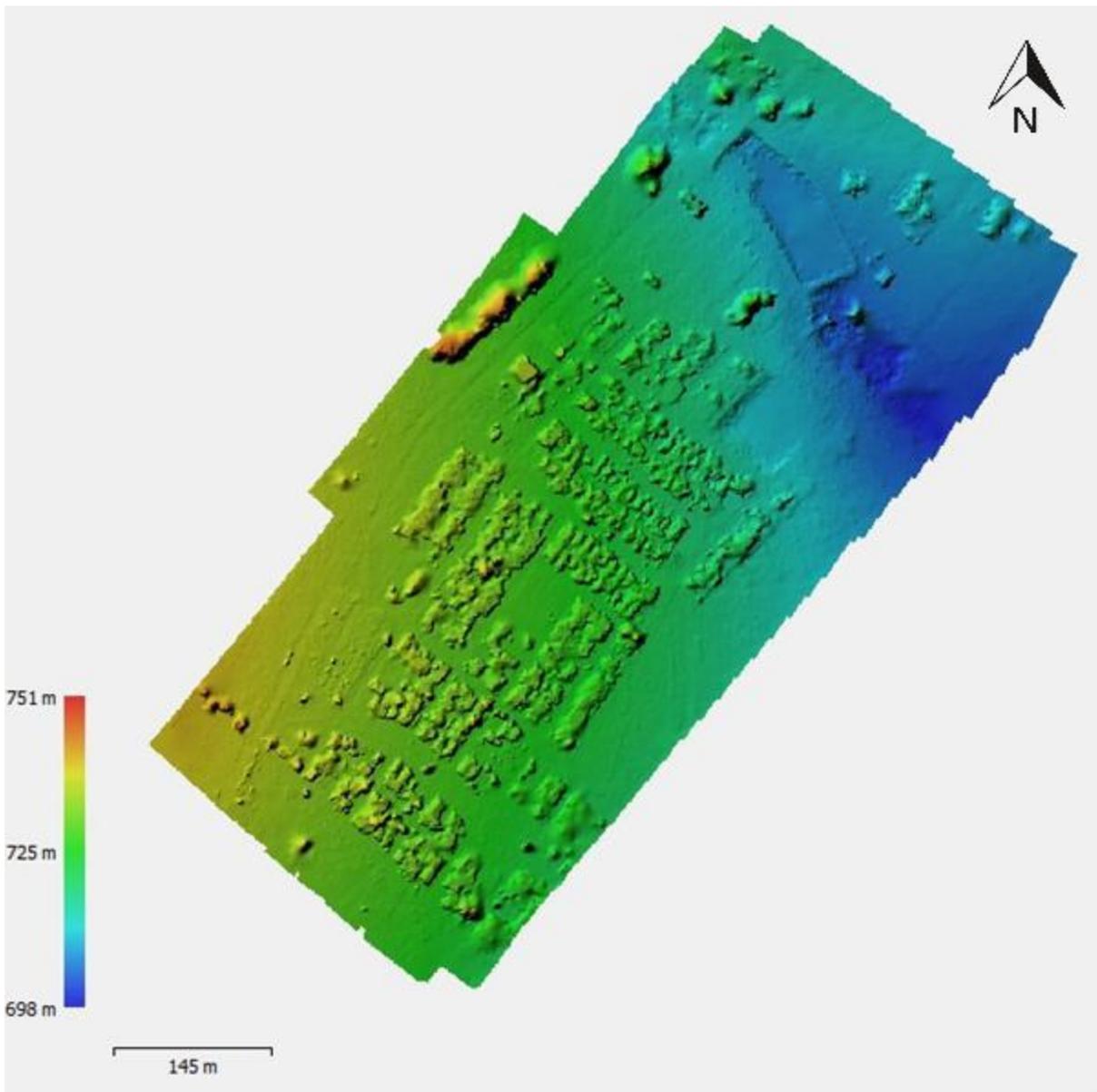


Figura 06 –Modelo Digital de Elevação gerado.

2.5.5 Modelo Digital de Terreno (MDT) e Curvas de Nível

Em continuação, foi gerado o Modelo Digital de Terreno (MDT), que indica apenas as altitudes do relevo, filtrando objetos que não fazem parte do terreno. Neste caso, foi retirado através uma taxa de inclinação, os pontos da nuvem densa que estão acima de uma determinada angulação, caracterizado geralmente nesse ambiente como edificação e árvore. E por fim, foi gerado as Curvas de Nível por meio do MDT.

2.6 Vetorização de Dados do Ortomosaico

Vetorização é o nome dado ao processo de transformar uma imagem raster em dados vetoriais. Neste trabalho vetorizou-se manualmente sobre o mosaico os limites dos lotes, as áreas construídas dentro deles e os espaços vazios, vias, hidrografia entre outros.

2.7 Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM)

O Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM), que é um sistema de informações geográficas que utiliza dados vetoriais e matriciais voltados para a gestão urbana municipal, possibilitando o monitoramento e expansão urbana e melhor compreensão do espaço, viabilizando melhorias na qualidade da população. Tem por finalidade elaborar um planejamento urbano complexo e verídico, realizar a tributação de impostos, licenciamento e fiscalização dos imóveis e demais funções de competência do município.

A elaboração de um Sistema Cadastral, se dá na coleta de informações referentes as parcelas que compõem um determinado imóvel, sendo classificado em:

- **Fiscal:** O objetivo geral é o valor da propriedade e sua taxaço. O valor é uma função das características geométricas, localização, benfeitorias, valor histórico e valor de mercado.
- **Jurídico:** Em geral, este é mantido por um sistema de registro de títulos organizado pelo Estado através dos Registros de Imóveis.
- **Geométrico:** é baseado nas mensurações realizadas através de levantamentos geodésicos e/ou aerofotogramétricos para a confecção da planta cadastral, onde os limites físicos da propriedade devem ser bem definidos. Os dados cartográficos passam a ter função cadastral quando associados a informações sobre a propriedade.
- **Multifinalitário:** refere-se às múltiplas aplicações do cadastro, principalmente ao planejamento urbano e regional. Serve de base à tomada de decisões.

Segundo Loch (2005), no que diz respeito à elaboração do cadastro, o mesmo se divide em duas componentes principais: a base cartográfica, esta composta pelos dados geométricos, e a ficha cadastral, que são as informações socioeconômicas.

Conforme as informações citadas acima, este estudo atentou-se a demonstrar a capacidade de extrair dos produtos gerados no aerolevantamento, os dados “geométricos” exigidos em um Sistema Cadastral. Conforme mostra o esquema da Figura 07, através do “Ortomosaico”, é possível obter parte das informações que devem compor um banco de dados cadastral.

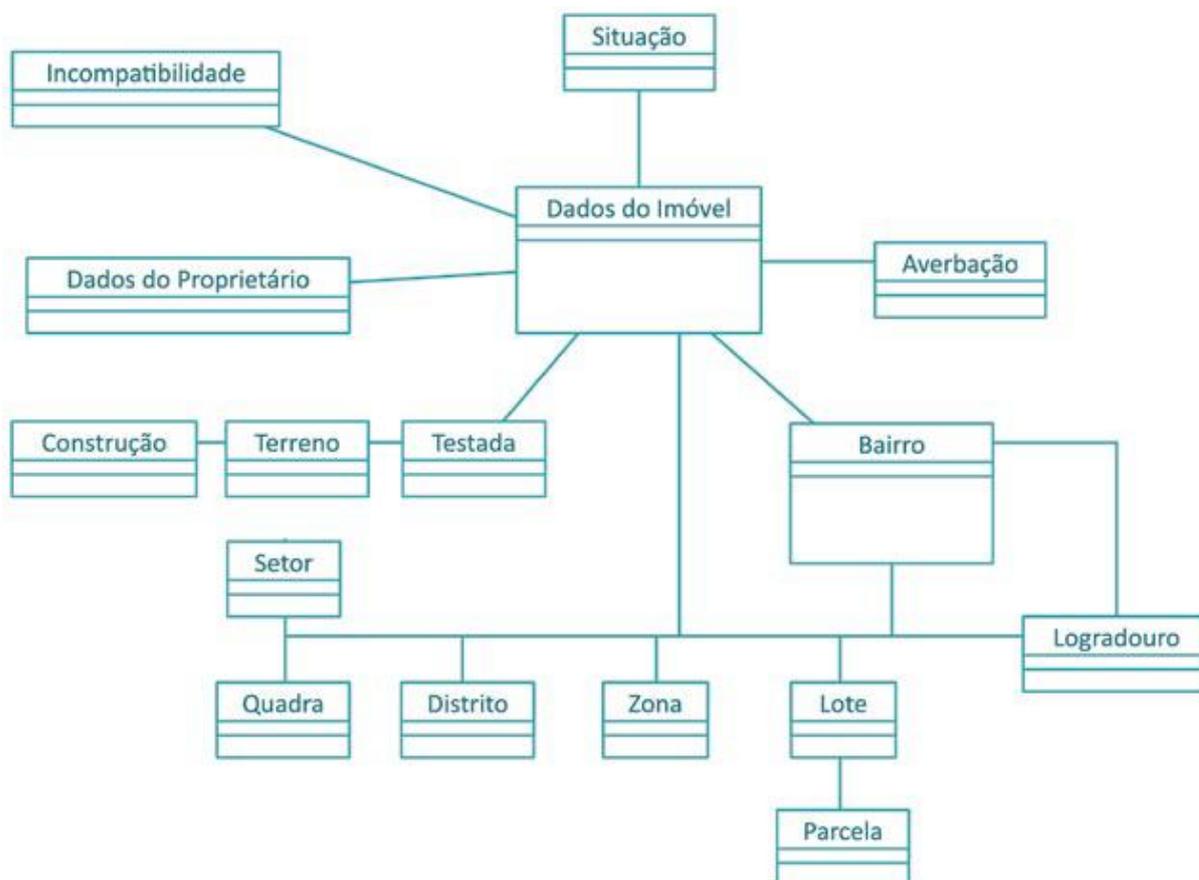


Figura 07. Esquema de um banco de dados cadastral.

Fonte: www.crea-pr.org.br/nocoos-de-cadastro-territorial-multifinalitario-CTM.

Segundo Wolf (1983) as ortofotos são geometricamente equivalentes a mapas convencionais planimétricos de linhas e símbolos. Portanto através do Ortomosaico, gerado pela junção das imagens capturadas, foi possível extrair as feições de interesse como vias, guias, prédios, casas, árvores, postes de energia, boca de lobos, entre outros.

2.8 Sistema de Informações Geográficas (SIG)

Define-se Sistema de Informação Territorial (SIT) como a tecnologia de Sistema de Informações Geográficas (SIG), aplicada ao cadastro técnico polivalente ou multifinalitário. Os Sistemas de Informações Geográficas são sistemas computacionais capazes de coletar, armazenar, consultar, manipular, investigar e exibir dados referenciados espacialmente da superfície da Terra (RAPER & MAGUIRE, 1992).

No caso foi utilizado o QGIS, software de geoprocessamento que permitiu extrair e manipular os dados gerados no Agisoft.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este estudo teve como objetivo analisar a diversidade de produtos gerados pelo aerolevante realizado por um drone de baixo custo demonstrando a qualidade de sua resolução, agilidade no processo de obtenção de informações e a viabilidade econômica para composição de uma Base Cartográfica. Isso faz com que prefeituras de pequenas e médias cidades tenham acesso aos seus produtos, principalmente pela questão de investimento, permitindo ter uma base cadastral atualizada periodicamente, possibilitando que os municípios façam e refaçam, se necessário, o seu planejamento territorial tendo o controle de sua expansão.

Não foi pretendido neste trabalho analisar a precisão geodésica quanto a posição geográfica das imagens, no qual para atender os Padrões de Exatidão Cartográfico exigido na NBR 14166 – Rede de Referência Cadastral Municipal, seria necessário ajustar a imagem por meio de pontos de controle com equipamentos geodésicos de alta precisão.

Com a qualidade de resolução do Ortomosaico, foi possível realizar com agilidade e precisão a vetorização dos elementos gráficos da imagem, como vias, lotes e edificações, no qual através desses vetores que serão calculados as áreas construídas e vazias de cada lote, compondo entre outras possibilidades, a base para o cálculo do IPTU do imóvel.

Na Figura 08 demonstra-se o Ortomosaico “limpo” sem vetorização, já na Figura 09, pode-se observar o Ortomosaico com os objetos de interesse vetorizados, no qual foi delimitado os lotes (linha preta), áreas sem construção (polígono amarelo) e as áreas edificadas dentro dos lotes (polígono azul), no qual pode-se gerar o mapa de cheios e vazio.



Figura 08. Ortomosaico sem objetos vetorizados.



Figura 09. Ortomosaico com a vetorização.

O fator mais importante deste tipo de trabalho são as medidas realizadas no Ortomosaico dadas pela vetorização de lotes, no qual é de extrema importância que não tenha distorções no mesmo, pois, neste caso, as medidas extraídas estarão erradas, conforme demonstrado na Figura 10.



Figura 10. Lote e construção vetorizado no Ortomosaico.

Ainda com este mapeamento, é possível criar o Zoneamento Urbano regularizando o uso e ocupação de solo urbano por parte dos agentes de produção do espaço urbano. Com ele é possível definir e classificar as zonas da cidade e isso influencia diretamente no cálculo de IPTU, pois a partir daí a prefeitura pode precificar o valor do cálculo do imposto e criar estratégias de ampliação e otimização dos bairros.

Outro fato relevante neste estudo é demonstrar que se faz viável um novo Aerolevantamento anual para atualização da Base Cadastral, já que com o uso do Drone, que tem um baixo custo e um processamento de dados ágil, é possível realizar uma análise comparativa com a base anterior e verificar novas benfeitorias nos terrenos, que não foram informados a prefeitura.

As hidrografias presentes em áreas urbanas também são passíveis de mapeamento, no qual pode-se delimitar a geometria, extensão e o entorno da mesma. Essas informações permite uma análise integrada das áreas de proteção permanente com as áreas de expansão urbana, observando se há ou não benfeitorias inseridas próximo as margens dos cursos d'água e qual o seu estado de conservação ou degradação. Na Figura 11, mostra a delimitação da hidrografia e qualidade da área de preservação permanente perante a legislação ambiental.

Caso seja necessário a recomposição da mata ciliar, o projeto inicial pode ser realizado sobre as imagens do drone.



Figura 11. Vetorização da Hidrografia

Ainda no que tange a utilização das imagens com instrumento de gestão pública, é possível através delas, fornecer dados de inspeção para várias áreas, como por exemplo, a Secretaria de Obras. Pois devido à boa resolução da Ortofoto, é possível verificar patologias nas vias com pavimentação asfáltica, vias sem pavimentação, entulhos e lixos em terrenos baldios entre outros. Nas imagens foram identificadas patologias nas vias urbanas, que são defeitos nos pavimentos, conforme demonstra as Figuras 12 e 13.

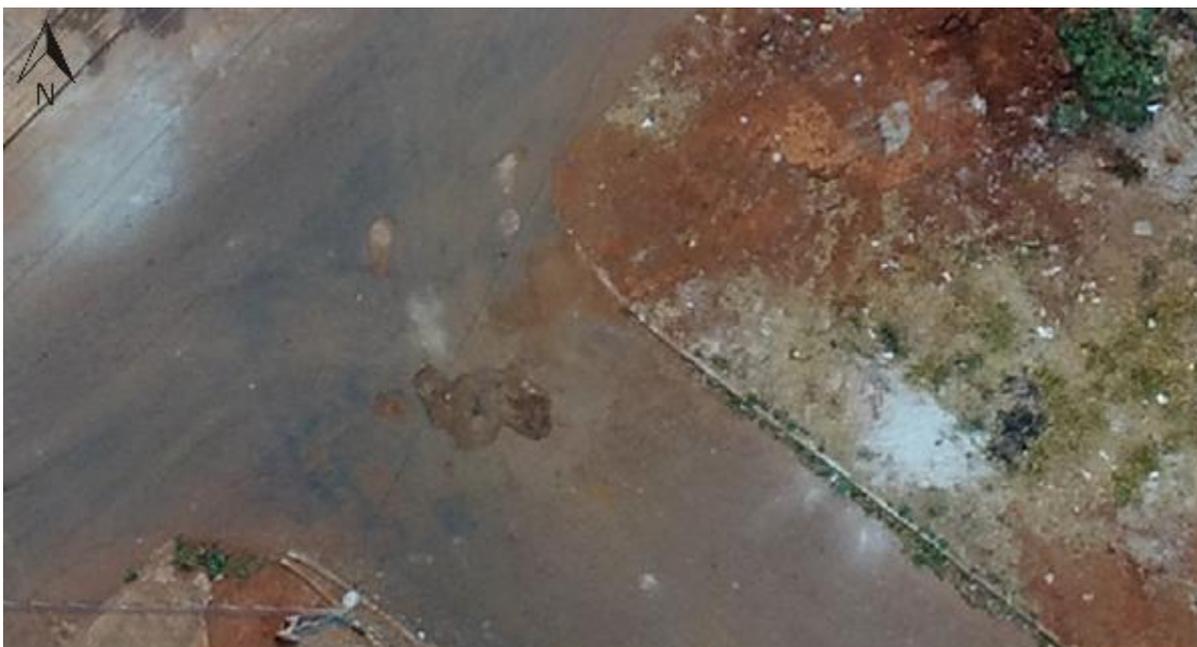


Figura 12. Via pavimentada com patologia, sem vetorização.



Figura 13. Via pavimentada com patologia vetorizada.

Conforme já citado, outra informação que pode ser mensurável são as ruas não pavimentadas para efeito de elaboração de projetos, afim de obter as medidas da área necessárias para a pavimentação (Figura 14). Isso se torna importante pois demonstra claramente a situação real da área, diferente do que é realizado, geralmente coletando essas informações por meio de RTK, Estação Total e até mesmo uso de trenas.



Figura 14. Via sem pavimentação.

Com a utilização do Modelo Digital do Terreno, pode-se utilizar as Curvas de Nível para elaboração dos projetos de drenagem urbana.

Como dito, a utilidade das informações das ortofotos são diversas, como por exemplo, na área da saúde, pode-se contribuir com o controle epidemiológico, realizando o mapeamento de possíveis focos de dengue ou outros vetores transmissores de doenças, realizando um cruzamento de dados para saber em quais regiões manter um trabalho mais ostensivo e assertivo, conforme ilustra as Figuras 15, 16 e 17.



Figura 15. Mapeamento de locais com potencial epidemiológico.



Figura 16. Mapeamento de um local com potencial epidemiológico.



Figura 17. Mapeamento de um local com potencial epidemiológico.

Após o mapeamento e a vetorização das feições de interesse, automaticamente foram armazenados os dados no software QGIS, gerando o banco de dados e com isso pôde-se explorar as relações espaciais entre as feições, permitindo uma análise integrada dos elementos da região de forma quantitativa e qualitativa. Foram delimitadas as medidas dos lotes, áreas construídas, áreas vazias (sem edificação), podendo acrescentar dados socioeconômico, como quantidade de pessoas, renda familiar, idade entre outros.

Id	Area_m2	Testada	Area_Const	Area_Vazia	Perimetro	Quadra
129	259.09	12.60	70.00	189.09	68.82	
130	242.71	12.40	74.00	168.71	65.28	
131	245.89	12.45	40.00	205.89	69.66	
132	257.66	10.50	50.00	207.66	70.48	
133	238.64	11.00	55.00	183.64	69.13	
134	253.18	11.00	60.00	193.18	70.64	
135	250.63	11.00	110.00	140.63	69.99	
136	246.49	11.00	141.00	105.49	69.53	
137	249.62	11.00	73.00	176.62	70.00	

Figura 17. Imagens com as tabelas demonstrando o SIG

4 CONCLUSÕES

É primordial que os municípios se dotem de instrumentos de gestão atualizados (cadastro técnico, base cartográfica e sistemas de informações), para poder fazer frente às exigências que lhes são colocadas, na medida em que é deles a crescente responsabilidade pela melhoria das condições de vida da população. Apesar de o Sistema de Informação Geográfica aplicado à gestão municipal ser uma ferramenta imprescindível ao planejamento urbano e regional, este ainda é, na maioria dos municípios brasileiros, uma quimera. Isto faz com que o cadastro torne-se cada vez mais prioritário no desenvolvimento regional. Outro fato é que economicamente, em municípios de médio porte, a implementação do cadastro técnico com vistas à tributação, em meio digital, apresenta uma boa relação custo/benefício em curto prazo, principalmente pelo aumento da arrecadação de tributos.

Mas os principais problemas à sua implementação são a inexistência de base cartográfica e a falta de recursos humanos e financeiros.

A base cartográfica usada no cadastro é um dos elementos mais importantes para a ampliação do sistema. Com tudo, as prefeituras enfrentam grandes dificuldades para obtê-los, pois em geral, ela se oriunda de recobrimentos aerofotogramétricos tradicionais, feitos por aeronaves tripuladas, o que é ainda muito oneroso.

Devido a isso, o presente estudo demonstrou a viabilização econômica do uso de RPA de baixo custo para a realização de levantamentos aerofotogramétricos, tendo este, um custo operacional mais viável, com valor aproximado de R\$ 30.000,00, sem deixar de lado a qualidade, praticidade e agilidade na obtenção e elaboração dos componentes para formação de uma base cartográfica cadastral.

Para os próximos trabalhos sugere-se que seja realizado o mapeamento aéreo no município por completo e com pontos de controle, permitindo servir de base para a confecção de um Plano Diretor da Cidade.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro. 1998.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL – ANAC, 2017. **Requisitos gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil**. SAR/SPO, Brasil, 26 páginas.

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. IS 21-002 Revisão A: emissão de certificado de autorização de voo experimental para veículos aéreos não tripulados. Brasília, 2010. Disponível em:< <http://pergamum.anac.gov.br/arquivos/IS21-002A.pdf> >. Acesso em:17 de fev. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13133**: Execução de levantamento topográfico. Rio de Janeiro.1994.

BURROUGH, P.A. **Principles of geographical information systems for land resources assessment**. Oxford, Clarendon Press, 1986. 193 p.

BRASIL. **Lei 10.267, de 28 de agosto de 2001**. Altera dispositivos das Leis nos 4.947, de 6 de abril de 1966, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 6.739, de 5 de dezembro de 1979, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e dá outras providências.

CROMMELINCK, S.; R. BENNETT.; M. GERKE; M. Y. YANG; G. VOSSelman, 2017. **Contour Detection for UAV-Based Cadastral Mapping**. Journal Remote Sensing, Vol. 9 (171), Basileia, Suíça, pp. 1-13.

DI SARNO, D. C. L. (2004). **Elementos de Direito Urbanístico**. Barueri: Manole.

FERREIRA, A. M. R. **Avaliação de câmara de pequeno formato transportada por veículo aéreo não tripulado – VANT**, para uso em aerolevantamentos. Dissertação de Mestrado. UnB, 2014.

LOCH, C.. **Cadastro técnico multifinalitário: instrumento de política fiscal e urbana**. In: ERBA, Diego Alfonso; OLIVEIRA, Fabrício Leal; LIMA JUNIOR, Pedro (org.) Cadastro multifinalitário como instrumento de política fiscal e urbana. Rio de Janeiro: 2005. p. 71 – 99.

RAPER, J. F.; MAGUIRE, D. J. **Design Models and Functionality in GIS**. Computers and Geosciences, London, v.18, n.4, p.387-400, 1992.

WOLF, P. **Elements of photogrammetry**. 2. ed. Estados Unidos: McGraw Hill, 1983. 626p.

APÊNDICE A. Resumo apresentado no IV Congresso de Iniciação Científica CIC-CEPEX

USO DE DRONE DE BAIXO CUSTO PARA O CADASTRAMENTO URBANO NA CIDADE DE CATURAI-GO

BOROTTO, Graciano Luiz¹ e DA SILVA, Marcos Vinícius Alexandre²

¹ Estudante do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni ANHANGUERA. ² Professor Orientador Mestre do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário de Goiás – Uni-ANHANGUERA..

O objetivo geral deste trabalho é realizar mapeamento urbano com veículo aéreo não tripulado de baixo custo, com a finalidade de gerar produtos para extração de informações relevantes para a formação de uma base cartográfica e seguinte elaboração do Cadastro Técnico Multifinalitário, este realizado no município de Caturai - GO. O levantamento dos dados foi realizado em uma parte da área urbana, compreendendo os bairros: Residencial Interlagos, Vila Dona Firmina e o Setor Parque Industrial, podendo no futuro ser estendido ao restante da cidade. Na primeira etapa, foi realizada uma intensa revisão bibliográfica sobre veículos aéreos não tripulados e controlados remotamente, para investigar o manuseio e potencial aplicação desse equipamento e também sobre a composição de um Cadastro Técnico Multifinalitário. Após estudo, foi realizado o planejamento e a execução de vôo para o mapeamento aéreo nos devidos bairros citados. Na etapa seguinte, após levantamento aéreo, os dados coletados foram processamento e avaliados, quanto a sua qualidade. Apartir do processamento, gerou-se uma Nuvem Densa de Pontos, contendo as informações geodésicas, e foi feita a junção das imagens, gerando o Ortomosaico, Modelos Digitais de Elevação (MDE), Modelo Digital do Terreno (MDT) e Curvas de Nivel. Por fim, foram extraídos dados vetoriais do Ortomosaico, para formação de uma Base Cartografica Cadastral, como um dos requisitos para a elaboração de um Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM), estes compatibilizados em um Sistema de Informações Geográficas (SIG). Essas informações servem como uma importante ferramenta de apoio à gestão pública municipal.

PALAVRAS-CHAVE: Mapeamento Urbano. Base Cartográfica. Veiculo Aéreo Não Tripulado (VANT)