

**FACULDADE DE ENGENHARIA DE MINAS GERAIS**

**ANIELY SÂMELA DO CARMO SOUZA**

**CARLOS AKIRA TOMIZAWA**

**UTILIZAÇÃO DE UMA AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA NA  
ELABORAÇÃO DO CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO NO MUNICÍPIO  
DE ENTRE RIOS DE MINAS-MG**

**BELO HORIZONTE  
JUNHO – 2021**

ANIELY SÂMELA DO CARMO SOUZA

CARLOS AKIRA TOMIZAWA

**UTILIZAÇÃO DE UMA AERONAVE REMORAMENTE PILOTADA NA  
ELABORAÇÃO DO CADASTRO TÉCNICO MULTIFINALITÁRIO NO MUNICÍPIO  
DE ENTRE RIOS DE MINAS-MG**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Engenharia de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia de Agrimensura.

Área de Concentração: Aerofotogrametria aplicada ao Cadastro Técnico Multifinalitário.

Orientadores: Prof. Jairo Ferreira Fraga Barrioni, Prof<sup>a</sup>. Danielle Sarahn Galdino.

Co.orientador

**BELO HORIZONTE  
JUNHO – 2021**



## FACULDADE DE ENGENHARIA DE MINAS GERAIS

Trabalho de Conclusão de Curso intitulado *Utilização de uma Aeronave Remotamente Pilotada na Elaboração do Cadastro Técnico Multifinalitário*, de autoria dos alunos: **Aniely Sâmela do Carmo Souza e Carlos Akira Tomizawa**, aprovado pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:

---

Prof.

---

Prof.

---

Prof.

Belo Horizonte, 12 de junho de 2021

## **AGRADECIMENTOS**

Á Deus, nossas famílias e amigos por nos apoiarem ao longo de toda nossa trajetória e acreditarem em nós. Aos nossos queridos professores da Feamig que com muita paciência exerceram o dom de ensinar e contribuíram muito para nossa aprendizagem e desenvolvimento dessa pesquisa, aos incentivos e auxílios nos momentos de dificuldades vindo dos nossos colegas de classe, em especial aos nossos orientadores Prof. Jairo Ferreira Fraga Barrioni e a Prof<sup>a</sup>. Danielle Sarahn Galdino pela e dedicação e entrega para que esse projeto se realizasse e a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da nossa formação.

## RESUMO

Através do desenvolvimento desta pesquisa, busca-se utilizar métodos, técnicas e ferramentas como o Sistema de Informação Geográfica (SIG), o Sensoriamento Remoto e a Aerofotogrametria, com o objetivo de possibilitar redução de custo em mapeamentos de áreas urbanas e rurais com a obtenção de imagens aéreas utilizando uma Aeronave Remotamente Pilotada, (RPA) do inglês Remotely-Piloted Aircraft, processar os dados para formação de uma base cartográfica a ser usada para elaborar e/ou atualizar sistematicamente um Cadastro Técnico Multifinalitário, (CTM); objetivo principal é viabilizar o Plano Diretor para municípios de pequeno porte, porém, não somente para cidades com mais de 20 mil habitantes devido a obrigatoriedade frente a Constituição Federal e o Estatuto das Cidades, mas também para cidades com menor número de habitantes, e assim propiciar uma gestão pública eficiente, equilibrada, acessível e justa. A área de aplicação da metodologia deste trabalho se encontra no município de Entre Rio de Minas/MG, onde foi realizado um estudo de caso especificamente no bairro Batista de Oliveira.

**Palavras-chave:** Cadastro Técnico Multifinalitário, Aerofotogrametria, Veículo Aéreo Não Tripulado.

## **ABSTRACT**

Through the development of this research, we seek to use methods, techniques and tools such as the Geographical Information System (GIS), Remote Sensing and Aerophotogrammetry, in order to enable cost reduction in mapping urban and rural areas by obtaining aerial images using a Remotely-Piloted Aircraft (RPA), process the data to form a cartographic base to be used to systematically elaborate and/or update a Multipurpose Technical Register (CTM); the main objective is to make the Master Plan viable for small municipalities, however, not only for cities with more than 20,000 inhabitants due to the obligation under the Federal Constitution and the Statute of Cities, but also for cities with fewer inhabitants, and thus, providing an efficient, balanced, accessible and fair public management. The area of application of the methodology of this work is in the city of Entre Rio de Minas/MG, where a case study was carried out specifically in the Batista de Oliveira neighborhood.

**Keywords:** Multipurpose Technical Register, Aerophotogrammetry, Remotely Piloted Aircraft.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Municípios, total e com ou sem Plano Diretor, segundo as classes de tamanho da população dos Municípios – 2018 .....	18
Tabela 02	Municípios, total e com ou sem Plano Diretor, segundo as Regiões e as Unidades da Federação – 2018 .....	19
Tabela 03	Coordenadas do Ponto de Controle – SIRGAS 2000/UTM FUSO 22 .....	24
Tabela 04	Tolerâncias utilizadas para avaliação da acurácia conforme PEC-PCD (DSG, 2011) e PEC (Decreto-Lei 89.817/84) .....	24
Tabela 05	Critérios do PEC .....	28
Tabela 06	Comparativo do desempenho das modelagens realizadas com VANT, GNSS e LIDAR .....	41
Tabela 07	Coordenadas do Ponto de Controle – SIRGAS 2000/UTM FOSO 22 .....	45

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Municípios pequenos com ou sem Plano Diretor .....	20
Figura 02	Espectro eletromagnético .....	22
Figura 03	Assinaturas espectrais .....	23
Figura 04	Precisão versus acurácia .....	30
Figura 05	Principais fontes bibliográficas .....	36
Figura 06	Distribuição dos Pontos de Controle – GCPs .....	43
Figura 07	Ponto de Controle – GCP .....	43
Figura 08	RTK Trimble .....	44
Figura 09	Esquema de técnica RTK .....	45
Figura 10	Plano de voo .....	46
Figura 11	Ortomosaico .....	47
Figura 12	Vetorização lotes .....	48
Figura 13	Vetorização Edificações .....	49
Figura 14	Imagem vetorização edificações sobre lotes .....	49
Figura 15	Vetorização Edificações/Lotes sobre Ortomosaico .....	50
Figura 16	Corte trecho do ortomosaico .....	51
Figura 17	Corte trecho do ortomosaico com a vetorização dos lotes sobreposta .....	51
Figura 18	Corte trecho do ortomosaico com a vetorização de edificações sobreposta .....	52
Figura 19	Corte trecho do ortomosaico e das vetorizações de lotes edificações sobrepostas .....	52



## LISTA DE SIGLAS

ABNT:	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANAC:	Agência Nacional de Aviação Civil
ANATEL:	Agência Nacional de Telecomunicação
CMOS:	Complementary metal-oxide semiconductor
CP:	Check Point
CTM:	Cadastro Técnico Multifinalitário
DECEA:	Departamento de Controle do Espaço Aéreo
GCP:	Ground Control Point
GNSS:	Global Navigation Satellite System
IBGE:	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPE:	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
PA:	Ponto de Apoio
PEC:	Padrão de Exatidão Cartográfica
SIG:	Sistema de Informação Geográfica
RPA:	Aeronave Remotamente Pilotada
RTK:	Real Time Kinematic
UTM:	Universal Transversa Mercator
VANT:	Veículo Aéreo Não Tripulad

## SUMÁRIO

1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	11
1.1	Contexto .....	11
1.2	Problema de Pesquisa .....	13
1.3	Objetivo .....	13
1.3.1	Objetivo Geral .....	13
1.3.2	Objetivos específicos .....	13
1.4	Justificativa .....	14
2	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	15
2.1	Cadastro Técnico Multifinalitário .....	15
2.2	Sensoriamento Remoto e Aerofotogrametria .....	21
2.3	Aeronave Remotamente Pilotada .....	27
3	<b>METODOLOGIA DE PESQUISA</b> .....	31
3.1	Pesquisa quanto aos fins .....	31
3.2	Pesquisa exploratória .....	32
3.3	Pesquisa descritiva .....	32
3.4	Pesquisa explicativa .....	33
3.5	Pesquisa quanto aos meios .....	33
3.6	Pesquisa de ação .....	34
3.7	Estudo de caso .....	34
3.8	Estudo de campo ou Pesquisa de campo .....	35
3.9	Pesquisa survey .....	35
3.10	Pesquisa bibliográfica .....	36
3.11	Pesquisa documental .....	37
3.12	Organização em estudo .....	38
3.13	Universo e amostra .....	38
3.14	Forma de coleta e análise dos dados .....	39
3.15	Limitações de pesquisa .....	39
4	<b>RESULTADOS</b> .....	41
4.1	Instalação pontos de controle para garantir a precisão do Mapeamento .....	42
4.2	Delimitar a área a ser levantada .....	46

4.3	Obter dados com a máxima acurácia para a vetorização de ortofoto para o uso em uma base cartográfica .....	48
5	<b>CONCLUSÃO</b> .....	54
6	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	55

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contexto

O Cadastro Técnico Multifinalitário (CTM), pode ser entendido como um sistema de registro dos elementos espaciais que representam a estrutura urbana, constituído por uma componente geométrica e outra descritiva que lhe conferem agilidade e diversidade no fornecimento de dados para atender diferentes funções, inclusive a de planejamento urbano (BLACHUT et al, 1974).

O CTM, pelo amplo elenco de dados informativos que engloba, situa-se como instrumento de primeira ordem de importância para a tomada de decisões no momento de realizar o planejamento e ordenamento territorial de cidades, não apenas para controlar, mas, sobretudo, conduzir o desenvolvimento do município, como repositório de elementos em processo de permanente atualização, já que a realidade municipal, longe de ser estática, apresenta-se de forma dinâmica, considerando que abrange diversas áreas como saneamento básico, cadastro de vias de acesso, mapeamento de redes elétricas, telecomunicações, entre outras.

O Cadastro Técnico também pode ser utilizado como auxílio na delimitação de imóveis, parcelas, na regularização fundiária, atualização tributária, entre outras aplicações, buscando a resolução e prevenção de diversos problemas em múltiplos setores da sociedade.

Inegável os benefícios de um repositório com dados que permitem a administração executar ações objetivas, porém, a grande gama informações precisas contidas em um CTM, torna-o oneroso para a maioria das cidades, pois são inúmeras as classes de profissionais envolvidas na tarefa de sua implementação e/ou manutenção. O levantamento do território fornece a base onde são inseridas toda as informações de forma direta, sendo a área de atuação da engenharia de agrimensura e ao se tratar de mapeamento urbano, onde a sistemática de crescimento e alterações se dão em um período relativamente curto, o custo de um levantamento convencional faz dessa base cartográfica algo inviável para a maioria das cidades.

A evolução, principalmente nas áreas da eletrônica e da informação, beneficia diretamente o desenvolvimento de tecnologia para o mapeamento na qual inúmeros sensores e plataformas para processamento são disponibilizados.

Na atualidade o uso de RPAs está cada vez mais incorporado em nosso cotidiano, não raro vemos essas aeronaves sobrevoando áreas públicas e sendo utilizadas como aeromodelo, designação essa dada ao uso estritamente recreativo.

Também as vemos quase que diariamente nos noticiários, sendo utilizadas pela administração pública em questões relacionadas à saúde pública como controle de focos de reprodução de vetores epidemiológicos, setores da segurança pública corpo de bombeiros, forças policiais e diversos órgãos fiscalizadores lançando mão desse recurso para otimizar a exploração das áreas de interesse ou obter registros fotográficos de ângulos aéreos, inclusive em uso pela própria mídia em reportagens.

Nesse panorama de popularização e redução dos custos de aquisição, naturalmente as RPAs também estão sendo incorporadas cada vez mais aos estudos ambientais. Na maioria das vezes são utilizadas como mera plataforma de obtenção de fotografias panorâmicas aéreas ou como forma de investigação remota da paisagem e seus fragmentos como vegetação, hidrografia, uso, ocupação entre outros. Em outras elas vem se firmando como importantes ferramentas geotecnológicas, especialmente no que tange ao sensoriamento remoto e à geomática.

É notável que a deficiência na implantação e na atualização dos cadastros é um dos grandes problemas dos municípios brasileiros, que por via de regra, inviabiliza o planejamento urbano adequado. A utilização de tecnologia de baixo custo de forma que não comprometa a precisão no resultado final do cadastro, pode ser considerada uma opção eficaz e viável para a obtenção e manutenção de informações cadastrais municipais.

Por vezes, essa estruturação das informações imprecisas e deficientes, demonstrada claramente pela vulnerabilidade de planos diretores municipais sem a devida fundamentação de um CTM que reflète a realidade estabelecida pela precisão de informações cadastrais geométricas, são frutos da falta de recursos; torna-se assim, o uso de um RPA, uma solução indispensável para estabelecer precisões geométricas eficazes para um planejamento territorial urbano.

O Brasil possui mais de 5.500 municípios e é notório que existem grandes diferenças econômicas e sociais em todos eles. Com isso, cada município dentro de suas próprias necessidades, deveria verificar qual o melhor método para atualizar as plantas do seu cadastro técnico. De maneira que esse método atenda a necessidade

do município de forma viável economicamente ao mesmo tempo em que possa ser considerado um método precisamente eficaz.

O município escolhido para o estudo deste trabalho foi Entre Rios de Minas/ MG na região Sudeste do Brasil, sua população foi estimada em 2020 em 15.380 habitantes segundo o IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

## **1.2 Problema de Pesquisa**

Um impeditivo para implantar um cadastro multifinalitário e/ou revisa-lo para a atualização sistemática é o alto custo desse processo, pois a complexidade que envolve a aquisição de dados com métodos tradicionais e o número elevado de pessoas envolvidas faz o custo ser inviável para a maioria dos municípios brasileiros de pequeno porte.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo Geral**

Coleta de imagens obtidas de um RPA e produção de ortomosaico com acurácia necessária para gerar uma base cartográfica para fins de utilização em um Cadastro Técnico Multifinalitário do município estudado.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Instalação de pontos de controle para garantir a precisão do mapeamento;
- Delimitar a área a ser levantada, identificar limites do bairro em sua totalidade e melhores pontos para cada voo (planejamento de voos. Para isso foi utilizada inicialmente uma imagem de satélite Worldview 2 de 2018 com resolução espacial de 35cm);
- Obter dados com a máxima acurácia para a vetorização de ortofoto para o uso em uma base cartográfica. Para isso foram realizados levantamentos de campo, com medições em solo para comparações e ajustes com a base gerada pelo RPA.

## 1.4 Justificativa

A Constituição Federal de 1988 em seu Art. 182, torna obrigatório o Plano Diretor para as cidades com mais de 20 mil habitantes e em 2001, aprovada a Lei 10.257, que diz:

“esta Lei, denominada Estatuto da Cidade, estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental; garantindo o direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações”. (BRASIL, 2001).

Pode-se considerar que a partir desses eventos, aliada a Lei de Responsabilidade Fiscal, se fez necessário a qualificação de um sistema cadastral, o Cadastro Técnico Multifinalitário, as propriedades imobiliárias corretamente georreferenciadas, possibilitam o conhecimento detalhado sobre todos os aspectos levantados, tendo em vista a Gestão Ambiental de forma racional, legal e econômica. Tornando assim, o Plano Diretor, instrumento de gestão pública, essencial na regulamentação de uso e ocupação do solo e tem como base em dados do CTM.

Um impeditivo para manter essas bases atualizadas é o alto custo desse processo, pois a complexidade que envolve o processo de aquisição de dados e o número elevado de pessoas envolvidas faz o custo ser inviável para a maioria dos municípios brasileiros de pequeno porte. Otimizar esse processo e fazer o uso da geotecnologia existente para atualização sistemática dos dados cadastrais é a maneira de viabilizar o Plano Diretor para esses municípios.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para a devida fundamentação será apresentado neste capítulo os resultados de pesquisa literária que apoia o estudo e argumentação citando a importância do CTM, a aplicação da Aerofotogrametria e o uso de um RPA ou DRONE (denominação popular), como ferramenta de coleta de dados para uma base cartográfica.

### 2.3 Cadastro Técnico Multifinalitário

O texto da Constituição Federal de 1988 em seu art.18 diz: “A organização político-administrativa da República Federativa do Brasil compreende a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios, todos autônomos, nos termos desta Constituição” (BRASIL,1988, p. 25). A partir desse evento fica claro que foi atribuída autonomia a todos os municípios brasileiros e paralelamente a responsabilidade de administrar os seus próprios problemas, que são comuns a todas as cidades independentemente do número de habitantes, de seu porte ou tamanho.

O artigo apresentado nos Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, sobre a importância dos produtos cartográficos, cita autores a respeito desse tema no evento, que dizem que “o governo federal visando evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus impactos negativos no meio urbano, bem como ordenar e controlar o uso do solo aprovou em 2001 a Lei Federal 10.257, intitulada Estatuto da Cidade” (MATTOS, 2002). “O Estatuto da Cidade estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental, visando ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana de forma a atingir um desenvolvimento sustentável no município” (BORGES et. al., 2004).

O rápido crescimento populacional urbano gera a necessidade de se organizar de forma consciente e sustentável esse espaço garantindo melhor qualidade de vida da população. Para essa melhor gestão do espaço urbano é visto a necessidade de imagens georreferenciadas contendo os elementos que compõem esse espaço físico.

Mesmo lentamente, o CTM vem se tornando o fornecedor de dados cadastrais para a administração pública como fonte de informações para a tomada de decisões em todos os aspectos da gestão municipal, uma visão mais ampla ao contrário dos



primeiros registros cadastrais que foram usados, quase que exclusivamente, para fins de arrecadação.

Pode-se afirmar que um bom cadastro 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. Justamente, esta última ideia abriu o caminho para uma nova visão: o Cadastro Técnico Multifinalitário – CTM. Este registro passa a contemplar, além dos aspectos econômicos, físicos e jurídicos tradicionais, os dados ambientais e sociais do imóvel e das pessoas que o habitam. (LOCH, 2007).

Em publicação de pesquisa no Boletim de Ciências Geodésicas, diz que: O conceito de cadastro que representa um consenso internacional é bem conhecido: Cadastro é um inventário público de dados metodicamente organizados, concernentes a parcelas territoriais, dentro de uma determinada região administrativa, baseado no levantamento dos seus limites. É adotado por diversos autores (WILLIAMSON, 1983; DALE E MCLAUGHLIN, 1990) e recomendado pela FIG (Federação Internacional de Geômetras).

Também é o conceito sugerido pela Portaria 511, do Ministério das Cidades, sendo a parcela a unidade básica do cadastro, uma porção do território onde é aplicado o direito de propriedade a um indivíduo ou mais de um e pessoa jurídica. O CTM por conceito é embasado em medições de precisão em nível de propriedades, a legislação que rege a ocupação do solo e a análise econômica desta ocupação do solo; mostrando os critérios de sustentabilidade. (BRASIL, 2009). Conforme Loch (2005a), a gestão territorial precisa obrigatoriamente de um referencial geodésico e cartográfico que permita que todos os demais produtos, pregressos e/ou futuros possam ser a ele correlacionados, por exemplo, através de software SIG, (Sistema de Informação Geográfica).

O Ministério das Cidades com a publicação da Portaria nº 511 estabelece diretrizes para a instituição e/ou atualização sistemática de um CTM pelos municípios brasileiros com base em um levantamento cartográfico com o seguinte texto:

#### CAPITULO I

**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.

**Art. 3º** Toda e qualquer porção da superfície territorial no município deve ser cadastrada em parcelas. (BRASIL, 2009)

Nesse contexto, fica claro que a parcela é tratada como sendo uma unidade que conjuntamente com outras limítrofes, compõe uma área territorial urbana ou rural de um município e deve ser referenciada por um sistema geodésico que defina a parcela física sendo base para posteriormente ser definida juridicamente e assim identificada em um cadastro único e confiável.

Fica claro que a multifinalidade se consegue mediante a integração de dados e instituições e não da centralização de dados de um servidor. Certamente, o fato de fazer uso da palavra cadastro ao falar de multifinalidade levou a pensar que as atuais instituições que administram os dados físico/geométricos, econômicos e jurídicos tradicionais, deveriam assumir a responsabilidade de trabalhar também com as bases sociais, ambientais e de infra-estrutura, [...], uma mudança de paradigma que transforma o cadastro unicamente como via de conhecimento de valores nos quais se baseiam os impostos, para o conceito de informação territorial temática organizada sobre uma base parcelaria orientada a usos múltiplos como planos de desenvolvimento, ordenamento territorial, prevenção de assentamentos irregulares, recuperação de mais valias, entre outros. (LOCH, 2007).

Partindo do conceito de parcela como a unidade territorial que deverá ser georreferenciada não somente pela força da lei, mas também pelo consenso do benefício do uso da geotecnologia, pela sua eficiência e acurácia, demonstra que CTM por conceito é embasado em medições de precisão em nível de propriedade, até o entendimento de que a multifinalidade do cadastro tem finalidade pública e privada, para uso não só para a gestão municipal mas também por instituições privadas ou privatizadas, como as redes viárias, companhias de telecomunicações, de fornecimento ou prestadoras de serviços, entre outras, que necessitam de uma base igualmente precisas para uma boa gestão e planejamento, podem compartilhar inclusive os investimentos de projetos visando um CTM com cadastros setoriais que mantem entre si uma relação estreita, entrelaçados, sendo definido por Loch, (2007) como:

“Os Cadastros Setoriais, também denominados Cadastros Temáticos ou Cadastros Específicos, são aqueles gerenciados por diferentes setores da administração pública e empresas privadas técnicas, os quais, integrados, compõem o Cadastro Multifinalitário”.

São cadastros contendo informações: socioeconômicas, geoambientais, físico ou geométricos, de registro de títulos, de localidade ou logradouro, de rede de serviços, redes viárias, entre outros mais.

A eficiência e os benefícios de um CTM contendo dados confiáveis para a gestão pública de uma cidade com mais de 20 mil habitantes é inegável, o mesmo pode-se dizer para os municípios com pouco menos de 20 mil, levando em conta que são inúmeros aqueles que não tem ou tendo não revisão o CTM, como demonstra a Tabela 01 exibe dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, (IBGE), onde pode-se visualizar a existência ou não de Plano Diretor nos municípios brasileiros na sua totalidade em relação ao número de habitantes.

Tabela 01: Municípios, total, com ou sem Plano Diretor, segundo as classes de tamanho da população dos municípios – 2018.

Grandes Regiões e classes de tamanho da população dos municípios	Municípios				
	Total	Com Plano Diretor		Sem Plano Diretor	
		Total	O plano diretor foi revisto	Total	Com Plano Diretor em elaboração
<b>Brasil</b>	<b>5 570</b>	<b>2 866</b>	<b>836</b>	<b>2 701</b>	<b>533</b>
Até 5 000	1 257	388	72	869	124
De 5 001 a 10 000	1 203	407	79	796	126
De 10 001 a 20 000	1 348	486	116	861	207
De 20 001 a 50 000	1 096	927	262	167	70
De 50 001 a 100 000	349	341	151	8	6

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Pesquisa de Informações Básicas Municipais 2018.

A Tabela 02 os dados são exibidos por estado e grandes regiões sem levar em conta o número de habitantes, assim como a tabela anterior, expõe o número de cidades que não tem um Plano Diretor, também quantifica os municípios que mesmo tendo não os revisam.

Tabela 02: Municípios, total e com ou sem Plano Diretor, segundo Grandes Regiões e as Unidades de Federação – 2018.

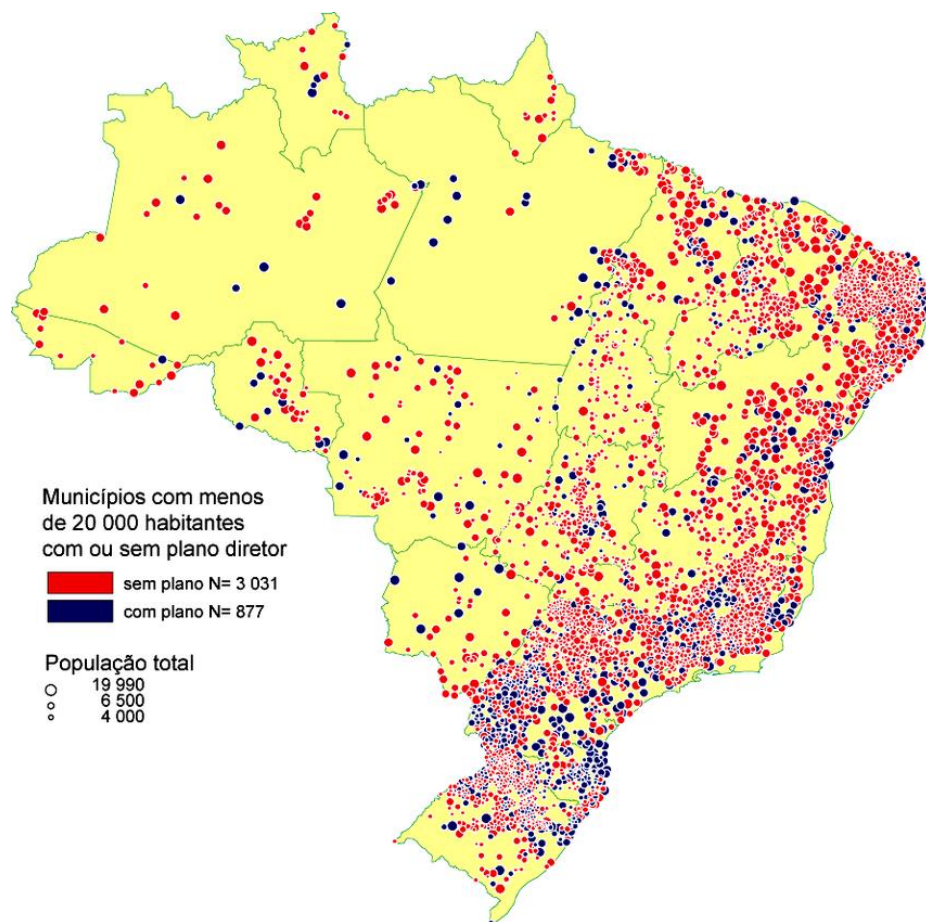
Grandes Regiões e Unidades da Federação	Municípios				
	Total	Com Plano Diretor		Sem Plano Diretor	
		Total	O plano diretor foi revisado	Total	Com Plano Diretor em elaboração
<b>Brasil</b>	<b>5 570</b>	<b>2 866</b>	<b>836</b>	<b>2 701</b>	<b>533</b>
<b>Norte</b>	<b>450</b>	<b>259</b>	<b>67</b>	<b>191</b>	<b>57</b>
Rondônia	52	29	4	23	13
Acre	22	10	2	12	2
Amazonas	62	33	7	29	6
Roraima	15	4	1	11	4
Pará	144	122	44	22	9
Amapá	16	5	1	11	5
Tocantins	139	56	8	83	18
<b>Nordeste</b>	<b>1 794</b>	<b>704</b>	<b>133</b>	<b>1 088</b>	<b>214</b>
Maranhão	217	96	17	120	34
Piauí	224	64	6	160	22
Ceará	184	90	26	94	22
Rio Grande do Norte	167	40	6	127	13
Paraíba	223	58	8	165	29
Pernambuco	185	101	19	84	27
Alagoas	102	40	6	62	18
Sergipe	75	27	6	48	5
Bahia	417	188	39	228	44
<b>Sudeste</b>	<b>1 668</b>	<b>782</b>	<b>264</b>	<b>885</b>	<b>140</b>
Minas Gerais	853	315	91	538	72
Espírito Santo	78	54	17	24	4
Rio de Janeiro	92	69	28	22	3
São Paulo	645	344	128	301	61
<b>Sul</b>	<b>1 191</b>	<b>907</b>	<b>313</b>	<b>284</b>	<b>51</b>

Paraná	399	393	94	6	6
Santa Catarina	295	235	102	60	18
Rio Grande do Sul	497	279	117	218	27
<b>Centro-Oeste</b>	<b>467</b>	<b>214</b>	<b>59</b>	<b>253</b>	<b>71</b>
Mato Grosso do Sul	79	61	17	18	12
Mato Grosso	141	59	14	82	33
Goiás	246	93	27	153	26
Distrito Federal	1	1	1	-	-

Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Pesquisa de Informações Básicas Municipais 2018.

Pode-se visualizar as mesmas informações das tabelas em um mapa temático.

Figura 01 – Municípios pequenos com ou sem Plano Diretor



Fonte: IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Pesquisa de Informações Básicas Municipais 2018.

É notório que uma grande parte dos municípios enfrentam dificuldades em manter o cadastro, quando existente, segundo dados do IBGE em muitos deles nem sequer está em fase de elaboração. São muitos os problemas enfrentados na elaboração ou manutenção do CTM que deve conter informações confiáveis com base cartográfica referenciadas.

Partindo-se de um ensaio prático em campo e em gabinete, o trabalho ora apresentado trata, por um lado, de disciplinas consagradas nas ciências da Terra, especialmente pela Geografia, como Geomorfologia, Sensoriamento Remoto, Aerofotogrametria e Geoprocessamento. Já por outro, trata do emprego de geotecnologias mais contemporâneas como o uso de Aeronaves Remotamente Pilotadas que neste estudo foi utilizada como plataforma de aquisição de imagens aéreas.

## **2.2 Sensoriamento Remoto e Aerofotogrametria**

Sempre foi uma necessidade do homem conhecer o território de seu domínio, registrar a conquista de novos horizontes e representar graficamente, mapear, tornou-se essencial; na atualidade a cartografia digital e o sensoriamento remoto, com as suas geotecnologias, tornaram o processamento de dados geográficos, o Sistema de Informação Geográfica (SIG), um meio amplamente aplicado na atividade cadastral, consequência disso foi o aprimoramento do produto cartográfico, a otimização do tempo e a diminuição de custos.

Em geral pode-se afirmar que o Sensoriamento Remoto contempla os produtos e os sistemas fotogramétricos e imageadores que permitem gerar dados cartográficos (LOCH, 2007). Fazer uso das técnicas do sensoriamento remoto e da aerofotogrametria para obtenção de dados confiáveis com a acurácia necessária viabilizaria a implantação e a atualização sistemática para grande parte das cidades.

Maria de Almeida, C. (2019) em artigo publicado cita a definição de sensoriamento remoto como:

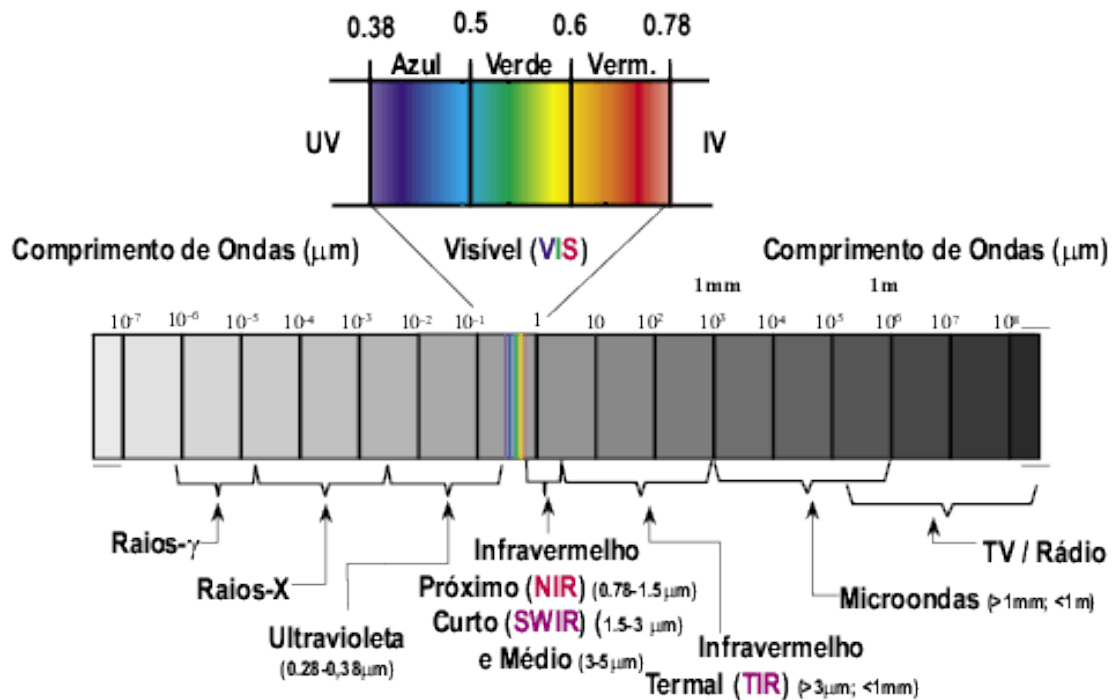
“O sensoriamento remoto pode ser entendido como o conjunto de atividades que tratam da obtenção de informação relativa aos recursos naturais da Terra ou seu meio ambiente, por meio de sensores instalados a bordo de plataformas em altitude (tais como balões, foguetes, aviões e satélites), os quais coletam a radiação eletromagnética emitida ou refletida por um alvo,

convertendo-a em um sinal que é posteriormente processado em terra, com fins de geração de imagens (SLATER, 1980).

Assim sendo, não somente as imagens de satélite, mas também as originadas em plataformas aerotransportadas (aerofotogrametria analógica e digital), constituem a matéria de trabalho do sensoriamento remoto.”

A radiação eletromagnética que atinge a superfície terrestre é parte absorvida e parte refletida de volta ao espaço, sendo possível separá-las e mensura-las em um espectro colorido, para aplicação na geociência são usadas as bandas visíveis a olho nu e as invisíveis, como a ultravioleta e a infravermelha. Na figura a seguir exibe o espectro eletromagnético e as divisões das bandas.

Figura 02: Espectro eletromagnético



Fonte: Mundo Geo

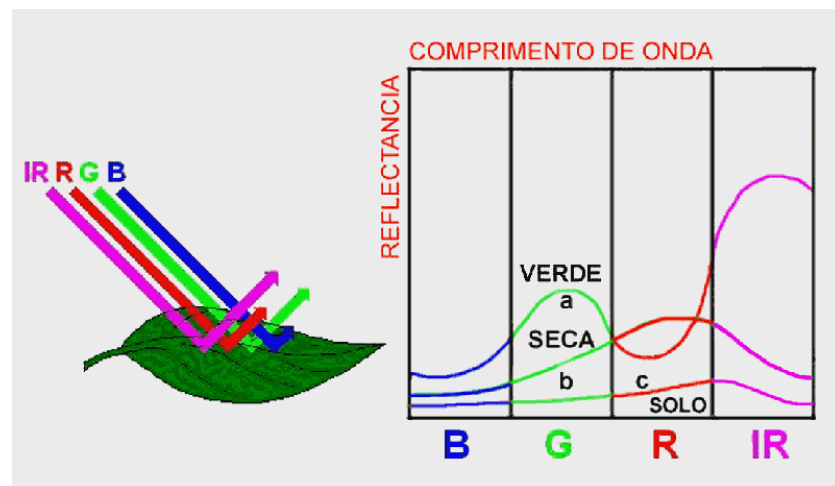
Segundo o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), podemos destacar algumas bandas do espectro e suas características mais notáveis:

1. A pequena banda denominada **luz** compreende o conjunto de radiações para as quais o sistema visual humano é sensível;
2. A banda do **ultravioleta** é formada por radiações mais energéticas que a luz (tem menor comprimento de onda);

3. A banda de **raios X** é mais energética que a ultravioleta e mais penetrante;
4. As radiações da banda **infravermelha** são geradas em grande quantidade pelo Sol, devido à sua temperatura elevada;
5. O conjunto de radiações geradas pelo Sol, se estendem de 300 até cerca de 3000nm e essa banda é denominada **espectro solar**.

A fator de reflexão mensurável é a reflectância que dimensiona cada tipo de radiação do espectro eletromagnético classificando-as quanto ao seu comprimento de onda e cada uma delas é denominada a sua Assinatura Espectral, e isso depende das propriedades de cada objeto. A variação desse comprimento de onda da assinatura espectral captadas por sensores orbitais, possibilita classificar bandas e a de maior interesse para a fotogrametria e a visíveis (B, G e R), a cor azul, verde e vermelho, como demonstra a figura a seguir:

Figura 03: Assinaturas espectrais



Fonte: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)

Desde do lançamento do primeiro satélite americano da série Landsat, com sua hoje tida baixa resolução, inaugurando a primeira geração até a terceira geração representada pelos satélites imageadores: americanos QuikBird, Ikonos e Orbview, israelense Eros e franceses SPOT, com alta resolução, vieram para proporcionar a acurácia necessária determinada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) com uma tolerância para posicionamento GNSS (Global Navigation Satellite



System) e exigida na Portaria Nº 511 de 2009 do Ministério das Cidades, e assim, transformando a cartografia tradicional na atual cartografia digital, que influência cada vez mais a cada dia a vida de todos, tornando viável mapas temáticos (quantitativos e/ou qualitativos), com uso em todos os setores sendo eles públicos ou privados.

Em Decreto promulgado em 20 de junho de 1984 foi instaurado normas técnicas com regras (padrões) a serem seguidas na elaboração de cartas cartográficas, a PEC – Padrão de Exatidão Cartográfica com classificação quanto a classe da carta A, B e C, e quanto a escala, com essa padronização assegurou-se a qualidade do produto cartográfico como demonstram as tabelas abaixo.

Tabela 03: Tolerância utilizada para avaliação da acurácia conforme PEC-PCD (DSG, 2011) e PEC (Decreto Lei 89.817/84).

Classe PEC	Classe PEC-PCD	Planimetria		Altimetria	
		PEC (mm)	EP (mm)	PEC (mm)	EP (mm)
-	A	0,28	0,17	0,27	0,17
A	B	0,5	0,3	0,50	0,33
B	C	0,8	0,5	0,60	0,40
C	D	1,0	0,6	0,75	0,50

Fonte: Decreto Nº 89.817 de 20 de junho de 1984.

Tabela 04: critérios do PEC

Carta	PEC planimétrico	Erro padrão	PEC altimétrico	Erro padrão
Classe A	0,5 mm x Escala	0,3 mm x Escala	1/2 equidistância	1/3 da equidistância
Classe B	0,8 mm x Escala	0,5 mm x Escala	3/5 equidistância	2/5 da equidistância
Classe C	1,0 mm x Escala	0,6 mm x Escala	3/4 equidistância	1/2 da equidistância

Fonte: Decreto Nº 89.817 de 20 de junho de 1984.

O posicionamento por GNSS associadas aos sistemas GPS, GLONASS, Galileu e Beidou, proporciona a precisão necessária exigida, mas para tanto é imprescindível seguir normas e procedimentos descritos no Manual Técnico de Posicionamento para o georreferenciamento publicado pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário por intermédio do INCRA. As coordenadas são colhidas por receptores e podem ser necessários um ou mais receptores dependendo do método adotado e adequado para a coleta dos dados como a exemplo do posicionamento relativo que foi subdividido em quatro, segundo o manual, sendo eles:

- O estático, onde o receptor ou receptores permanecem estacionados durante o levantamento;
- O estático rápido, semelhante ao estático sendo a diferença o seu tempo de permanência;
- O semi-cinemático (stop and go), o qual o receptor rover, que percorre os vértices de interesse, permanece por um curto espaço de tempo;
- O cinemático, enquanto um ou mais receptores permanecem estacionados nos vértices de referência, o receptor que coleta dados dos vértices de interesse permanece em movimento;
- RTK, baseia-se na transmissão instantânea de dados de correção dos sinais de satélites em tempo real de coordenadas precisas dos vértices levantados;
- RTK convencional, os dados de correção são transmitidos por meio de um link de rádio do receptor base ao receptor que percorre os vértices de interesse;
- RTK em rede, ao invés de apenas uma estação de referência, existem várias estações de monitoramento contínuo conectados a um servidor central e por meio da internet são enviados os dados de correção aos receptores móveis. O IBGE disponibiliza esse serviço através da Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo (RBMC);
- Posicionamento por Ponto Preciso (PPP), as coordenadas dos vértices de interesse são determinadas de forma absoluta, sem a necessidade de um receptor instalado no vértice de coordenadas conhecidas. O IBGE disponibiliza o serviço on-line que processa dados no modo estático e cinemático.

A Fotogrametria é a ciência que estuda e desenvolve instrumentos e metodologias que permitem obter medições confiáveis em fotogramas, a partir das quais é possível elaborar cartas básicas e temáticas (LOCH, 2007). Pode ser entendida como sendo a tecnologia na obtenção de medidas confiáveis acerca de objetos físicos e do meio, através de fotografias.

A aquisição de imagens obtidas em menores distâncias tentem a ter uma melhor definição, uma maior qualidade quanto a resolução, o que definirá a acurácia. Ainda segundo Loch (2007):

“As fotografias destinadas a mapeamentos são obtidas através de aeronaves e sistemas fotográficos especialmente desenvolvidos para esse fim, e até hoje as resoluções dos sistemas fotográficos não foram igualadas por outros tipos de sensores. Como as fotografias aéreas são obtidas na região do visível do espectro e suas proximidades, o seu conteúdo é de fácil interpretação, pois apresenta uma aparência natural com relação à forma, ao tamanho e à cor dos objetos fotografados.”

As aplicações desta ciência são as mais diversas, atualmente muito difundido no mapeamento topográfico e na cartografia digital por proporcionar a precisão cada vez maior com o avanço da geotecnologia e no processamento de dados remotamente obtidos através de sensores acoplados a satélites artificiais.

A fotografia pancromática (aquela que capta as radiações que conformam o campo de visão humana do espectro eletromagnético) certamente é o produto de Sensoriamento Remoto que melhor retrata a realidade. A câmera fotográfica atua como olho humano captando a área de interesse num instante, registrando-a num filme preto e branco ou colorido (existem também fotografias “infravermelhas” que captam a radiação que vai além do campo de visão do homem), (LOCH, 2007).

Segundo Loch e Lapolli (1998), e com base nas tecnologias aplicadas pela fotogrametria, destaca-se a relativa posição do sensor no momento da exposição e que a fotografia pode ser terrestre ou aérea. Quando se utiliza câmaras embarcadas em algum tipo de aeronave, tem-se a fotogrametria aérea, ou como é mais conhecida aerofotogrametria. A aerofotogrametria possibilita a avaliação de alvos de forma indireta, através de fotografias ou imagens, reduzindo consideravelmente a necessidade de trabalhos de campo para obtenção de medidas diretas, como ocorre na fotografia, por exemplo. A ortorretificação é realizada para eliminar as distorções relativas a rotação da câmara, eliminar também as distorções relativas ao relevo da área fotografada, realizando-se a transformação da perspectiva cônica para a ortogonal. A definição de ortorretificação nos Anais do XII Simpósio de Sensoriamento Remoto é:

“correção da imagem, pixel-a-pixel, com relação à distorção topográfica. Com esta correção toda a imagem parece ser adquirida com visão de topo, isto é, a imagem fica em uma projeção ortográfica.” É a correção da imagem, principalmente, devido o relevo natural possuir ondulações e a esfericidade da superfície da terra, sendo que cartograficamente essa imagem coletada terá de ser representada em um plano.”

As imagens obtidas por meio de sensoriamento remoto e os satélites imageadores trazem alta resolução temporal, mas costumeiramente com custo elevado, a alternativa para diminuir ainda mais esse custo é o levantamento

fotogramétrico por voo de uma Aeronave Remotamente Pilotada equipada com câmera e/ou sensor.

### 2.3 Aeronave Remotamente Pilotada

Macedo, cita em sua monografia que:

“As nomenclaturas para este mesmo equipamento são várias, o VANT (em inglês, denominado de UAV – Unmanned Aerial Vehicle) é geralmente referido como uma Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) ou Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAS) pelo Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA) e a Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), entretanto o equipamento é mais comumente chamado de Drone. O termo ARP inclui também a carga do sistema, que são os equipamentos complementares ao Drone, entre eles a câmera, rádio de comunicação e o GPS. MAFRA FILHO, et al., 2017. (Macedo, 2019, p. 32).

A tecnologia RPA proporciona baixo custo de aquisição de dados e alta qualidade geométrica, assim como permite que os resultados sejam integrados em Sistemas de Informação Geográfica (TAHAR, 2012). Segundo a Lei N.º 1.233 de 2015 existem dois tipos de VANT que são as ARPs caracterizadas como subcategoria de VANT no qual é a aeronave em que o piloto não está a bordo, sendo comandada à distância, e também a Aeronave autônoma caracterizada como outra subcategoria de VANT definida como a aeronave que, uma vez programada, não permite intervenção externa durante a realização do voo.

A Portaria Normativa nº 606 do Ministério da Defesa, de 11 de junho de 2004, caracteriza VANT, através de seu Artigo 4º, como:

"Uma plataforma aérea de baixo custo operacional que pode ser operada por controle remoto ou executar perfis de voo de forma autônoma podendo ser utilizada para:

- a) transportar cargas úteis convencionais, como sensores diversos e equipamentos de comunicação;
- b) servir como alvo aéreo;
- c) levar designador de alvo e cargas letais, sendo nesse caso empregado com fins bélicos." (BRASIL, 2004).

A legislação (Lei nº. 7.565/86) institui que, para colocar em operação, qualquer aeronave tem obrigatoriamente ser autorizada. No Brasil a utilização de RPA requer autorização da ANAC bem como também pelo DECEA que expediu instrução intitulada “Veículos Aéreos Não Tripulados”, a AIC-N 21/10, concebida no âmbito dos Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAS) que tem a finalidade de apresentar as informações importantes e necessárias que se destina a todos que, ao desenvolverem suas atividades, pretendam utilizar-se do espaço aéreo brasileiro com

voos de veículos aéreos não tripulados. Sendo assim, o uso desse equipamento é regulamentado tendo diretrizes e conduta a serem seguidas, é preciso observar as regras disponíveis nos sites do DECEA, e da ANATEL. (BRASIL, 1986).

O RPA ou DRONE como é comumente e popularmente denominado, tem se tornado cada vez mais utilizado principalmente em projetos de engenharia que tem como objetivo obter informações da superfície da terra, segundo Mitishita, (2015), isso se dá devido às facilidades existentes na realização do recobrimento aerofotogramétrico, exigindo a elevada resolução espacial das imagens, associada com a necessidade de avaliações frequentes.

As fotografias destinadas a mapeamentos são obtidas através de aeronaves e sistemas fotográficos especialmente desenvolvidos para esse fim, e até hoje as resoluções dos sistemas fotográficos não foram igualadas por outros tipos de sensores. Como as fotografias aéreas são obtidas na região do visível do espectro e suas proximidades, o seu conteúdo é de fácil interpretação, pois apresenta uma aparência natural com relação à forma, ao tamanho e à cor dos objetos fotografados, (LOCH, 2007).

Tabela 05: Comparativo do desempenho das modelagens realizada com VANT, GNSS e LIDAR.

	VANT	GNSS	LiDAR
Tempo de levantamento	10 min.	8 horas	12 horas
Tempo de pós-processamento	8 horas	1 hora	48 horas
Nº de pessoas envolvidas	2 pessoas	1 pessoa	3 pessoas
Custo do equipamento	R\$ 55 mil	R\$ 75 mil	R\$ 800 mil
Segurança	Alta	Baixa	Moderada
Acurácia	0,3 m	1,0 m	1,3 m

Essa qualidade de resolução de imagens aliada ao baixo custo torna viável a utilização de um RPA em levantamentos destinados a obtenção de dados cartográficos a serem usados em um CTM para qualquer município, independentemente de seu porte, tanto em áreas urbanas ou rurais.

De acordo com a legislação brasileira (Circular de Informações Aéreas AIC N 21/10) é caracterizado como VANT toda aeronave projetada para operar sem piloto a

bordo, de caráter não recreativo e que possua carga útil embarcada sendo que para a mesma legislação carga útil é considerada todos os equipamentos a bordo de um drone que não são necessários para o voo e nem para o seu controle, sendo eles os que são utilizados exclusivamente para o cumprimento de uma missão específica, (BRASIL, 2015).

A Lei N.º 1.233, de 2015 em seu Art 5º, define que a operação dos drones deve se submeter as seguintes finalidades

- I - Vigilância e monitoramento das fronteiras;
- II - Pesquisa científica;
- III - Segurança pública;
- IV - Prospecção mineral;
- V - Prospecção agropecuária;
- VI - Atividade jornalística ou artística;
- VII – Práticas de engenharia;
- VIII – Publicidade;
- IX - Controle e monitoramento ambiental;
- X - Monitoramento de atividades, sistemas, serviços e operações diversas de interesse público ou privado; (BRASIL, 2015).

Nesse caso, para elaboração do cadastro técnico, podemos concluir que a utilização de um RPA e uma câmera digital adequada acoplada, se enquadra nas práticas de engenharia listado no item VII acima.

A evolução dos sistemas de navegação por satélite, a redução do tamanho dos sistemas inerciais, câmeras digitais leves e compactas e programas computacionais capazes de gerar ortomosaicos em processos semiautomáticos foram os responsáveis pela popularização dos VANTs (ALVES JÚNIOR, 2015). Atualmente com um sobrevoo em uma área a ser levantada com a utilização de RPAs obtém-se imagem com uma resolução espacial que atende as especificações para um cadastro cartográfico a servir de base para um CTM e a sua revisão sistemática com a vantagem de poder ser realizado periodicamente para o monitoramento e a devida atualização, isso aliado ao constante avanço de toda tecnologia envolvida para a execução.

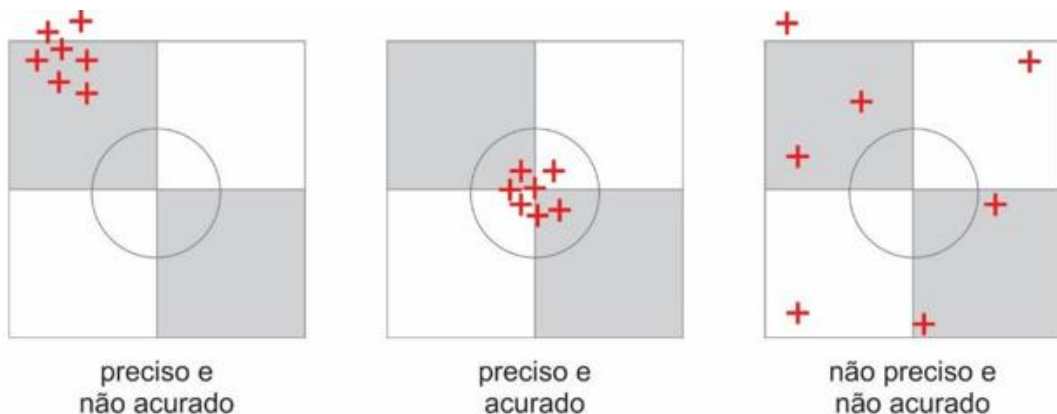
Para aqueles estudos que geram suas próprias imagens, como é o caso desta pesquisa, é imperativo que as mesmas sejam georreferenciadas, processo que consiste em correlacionar em pixel ou conjunto de pixels que retratem uma feição no terreno (ambiente computacional), com a respectiva feição em solo (mundo real). Em solo essas feições recebem o nome de apoio geodésico planimétrico que são pontos “[...] materializados no terreno, que proporciona aos levantamentos topográficos o controle de posição em relação à superfície terrestre determinada pelas fronteiras do

país, referenciando-os ao datum planimétrico do país.” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1994, p. 2).

Esses pontos de apoio geodésico planimétricos, são utilizados de duas maneiras distintas, sendo uma como “amarrações” para georreferenciamento da imagem e são usualmente tratados por GCPs (Ground Points Control), e outra como referência para conferência da acurácia do processo de georreferenciamento, onde são geralmente tratados por CP (Check Points). A Figura 04 demonstra que nas duas aplicações estão sendo aferidos precisão e acurácia sendo que essas expressões matemáticas são independentes como apontado por Veiga e Outros (2007), sendo dessa maneira possível termos medidas precisas sem, contudo, serem acuradas.

“A precisão está ligada a repetibilidade de medidas sucessivas feitas em condições semelhantes, estando vinculada somente a efeitos aleatórios. A acurácia expressa o grau de aderência das observações em relação ao seu valor verdadeiro, estando vinculada a efeitos aleatórios e sistemáticos. (VEIGA et al, 2007, p 14).

Figura 04: Precisão versus acurácia



Fonte: Adaptado de Veiga e Outros (2007, p.14)

### **3 METODOLOGIA DA PESQUISA**

Este trabalho consiste em reunir elementos que se relacionam com o tema para o estudo do uso de tecnologia sistematicamente, citando referências que demonstram a sua aplicabilidade, para tanto, métodos de pesquisas são essenciais.

De acordo com Gil (2008), “pode-se definir pesquisa como o processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico. O objetivo fundamental da pesquisa é descobrir respostas para problemas mediante o emprego de procedimentos científicos.” Ainda classifica como pura a pesquisa qual que não tem pretensão de uso de efeito prático no dia a dia, busca descoberta científica, “A pesquisa pura busca o progresso da ciência, procura desenvolver os conhecimentos científicos sem a preocupação direta com suas aplicações e consequências práticas.

Seu desenvolvimento tende a ser bastante formalizado e objetiva a generalização, com vistas na construção de teorias e leis.” e por outro lado classifica como aplicada aquela que tende a buscar benefícios e vantagens em seu uso, “A pesquisa aplicada, por sua vez, apresenta muitos pontos de contato com a pesquisa pura, pois depende de suas descobertas e se enriquece com o seu desenvolvimento; todavia, tem como característica fundamental o interesse na aplicação, utilização e consequências práticas dos conhecimentos. Sua preocupação está menos voltada para o desenvolvimento de teorias de valor universal que para a aplicação imediata numa realidade circunstancial”.

#### **3.1 Pesquisas**

##### **3.1.1 Pesquisa quanto aos fins**

O simples desejo do saber, do conhecer e/ou da descoberta, dá origem a ação da pesquisa pura seja ela em campo ou não. A finalidade da aplicação já direciona a pesquisa para utilizar os resultados tendo um objetivo específico. Gil (2008, p. 46), classifica as pesquisas em 3 níveis.

“Cada pesquisa social, naturalmente, tem um objetivo específico. Contudo, é possível agrupar as mais diversas pesquisas em certo número de grupamentos amplos. Assim, Duverger (1962) distingue três níveis de



pesquisa: descrição, classificação e explicação. Selltiz et al. (1967) classificam as pesquisas em três grupos: estudos exploratórios, estudos descritivos e estudos que verificam hipóteses causais, (Explicativas).”

### **3.1.2 Pesquisas exploratórias**

Em sua obra, Gil (2002, p. 41), cita este conceito, “Estas pesquisas têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses. Pode-se dizer que estas pesquisas têm como objetivo principal o aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições. Seu planejamento é, portanto, bastante flexível, de modo que possibilite a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato estudado. Na maioria dos casos, essas pesquisas envolvem:

- (a) Levantamento bibliográfico;
- (b) Entrevistas com pessoas que tiveram experiências práticas com o problema pesquisado;
- (c) Análise de exemplos que "estimulem a compreensão". (Selltiz et al., 1967, p. 63).

E ratifica essa conceituação para deixar explícito o método como sendo usualmente em âmbito científico onde existe o objetivo da descoberta quando diz: “As pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores. [...] Procedimentos de amostragem e técnicas quantitativas de coleta de dados não são costumeiramente aplicados nestas pesquisas. [...] Este tipo de pesquisa é realizado especialmente quando o tema escolhido é pouco explorado e torna-se difícil sobre ele formular hipóteses precisas e operacionalizáveis. (GIL, 2008).

### **3.1.3 Pesquisas descritivas**

As pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis. São inúmeros os estudos que podem ser classificados sob este título e uma de suas características mais significativas está na utilização de

técnicas padronizadas de coleta de dados, tais como o questionário e a observação sistemática. [...] Algumas pesquisas descritivas vão além da simples identificação da existência de relações entre variáveis, e pretendem determinar a natureza dessa relação. Nesse caso, tem-se uma pesquisa descritiva que se aproxima da explicativa. (GIL, 2002, p. 42). Assim, detalhar ordenadamente é principal característica dessa modalidade de pesquisa, de maneira normalizada para a obtenção de amostragem.

#### **3.1.4 Pesquisas explicativas**

São aquelas pesquisas que têm como preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos. Este é o tipo de pesquisa que mais aprofunda o conhecimento da realidade, porque explica a razão, o porquê das coisas. Por isso mesmo é o tipo mais complexo e delicado, já que o risco de cometer erros aumenta consideravelmente. [...] Pode-se dizer que o conhecimento científico está assentado nos resultados oferecidos pelos estudos explicativos. [...] Uma pesquisa explicativa pode ser a continuação de outra descritiva, posto que a identificação dos fatores que determinam um fenômeno exige que este esteja suficientemente descrito e detalhado. (GIL, 2008). Busca-se neste tipo de pesquisa analisar, estudar, as causas de um fenômeno de modo qualitativo e/ou de modo experimental, praticamente matemático e assim completar uma pesquisa descritiva.

Seguindo esse contexto, a pesquisa desse trabalho se classifica como descritiva, pois está baseada em um levantamento disponibilizado gentilmente pelo Orientador desse trabalho, Prof. Jairo Ferreira Fraga Barrioni, tendo em vista que, mesmo com a aquisição ou locação de um Drone ou VANT, é necessário ser licenciado segundo a regulamentação da ANAC.

#### **3.1.5 – Pesquisa quanto aos meios**

A classificação das pesquisas em exploratórias, descritivas e explicativas é muito útil para o estabelecimento de seu marco teórico, ou seja, para possibilitar uma aproximação conceitual. Todavia, para analisar os fatos do ponto de vista empírico, para confrontar a visão teórica com os dados da realidade, torna-se necessário traçar um modelo conceitual e operativo da pesquisa. [...] O delineamento refere-se ao

planejamento da pesquisa em sua dimensão mais ampla, que envolve tanto a diagramação quanto a previsão de análise e interpretação de coleta de dados. [...] Como o delineamento expressa em linhas gerais o desenvolvimento da pesquisa, com ênfase nos procedimentos técnicos de coleta e análise de dados, torna-se possível, na prática, classificar às pesquisas segundo o seu delineamento. [...] O elemento mais importante para a identificação de um delineamento é o procedimento adotado para a coleta de dados. (GIL, 2008, p. 43).

A classificação de pesquisa mesmo sendo uma quase norma a ser seguida, é flexível dependendo da característica da pesquisa, que poderá não se encaixar facilmente em regras pré-estabelecidas para a obtenção de amostras que refletem a realidade e que levem ao objetivo esperado da pesquisa, mas na grande maioria das pesquisas é possível classificá-las seguindo um sistema.

### **3.1.6 Pesquisa-Ação**

Citação de GIL (2008, p. 55), sobre a pesquisa-ação onde fica claro a participação direta, o agir do pesquisador(es) de forma experimental em campo; praticar, observar e não permanecer somente na teoria.

A pesquisa-ação, segundo a definição de Thiollent (1985, p. 14):  
"... é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos do modo cooperativo ou participativo."

### **3.1.7 Estudo de caso:**

O estudo de caso é uma modalidade de pesquisa amplamente utilizada nas ciências biomédicas e sociais. Consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento, tarefa praticamente impossível mediante outros delineamentos já considerados. [...] Convém ressaltar, no entanto, que um bom estudo de caso constitui tarefa difícil de realizar. Mas é comum encontrar pesquisadores inexperientes, entusiasmados pela flexibilidade metodológica dos estudos de caso, que decidem adotá-lo em situações para as quais não é recomendado. (GIL, 2002).

É modalidade de pesquisa eficiente em casos onde não há exatamente um padrão para estudo de fenômenos cabendo um estudo exploratório, tendo o cuidado na escolha dessa modalidade pois somente será eficiente quando o problema a ser analisado for de ordem quase singular, de pouca ocorrência.

### **3.1.8 Estudo de Campo ou Pesquisa de Campo:**

O estudo de campo constitui o modelo clássico de investigação no campo da Antropologia, onde se originou. Nos dias atuais, no entanto, sua utilização se dá em muitos outros domínios, como no da Sociologia, da Educação, da Saúde Pública e da Administração.

Tipicamente, o estudo de campo focaliza uma comunidade, que não é necessariamente geográfica, já que pode ser uma comunidade de trabalho, de estudo, de lazer ou voltada para qualquer outra atividade humana. Basicamente, a pesquisa é desenvolvida por meio da observação direta das atividades do grupo estudado e de entrevistas com informantes para captar suas explicações e interpretações do que ocorre no grupo. Esses procedimentos são geralmente conjugados com muitos outros, tais como a análise de documentos, filmagem e fotografias.

### **3.1.9 Pesquisa Survey:**

Surveys são investigações que colhem dados de amostra representativa de uma população específica, que são descritos e analiticamente explicados. Pretende-se que os resultados sejam generalizáveis ao universo desta população, evitando-se realizar o censo, ou seja, ouvir todos os indivíduos, o que é geralmente, impossível, por questão de custo e de tempo. Embora o conceito de survey não tenha sofrido grandes alterações, ao longo dos anos o método recebeu o impacto das tecnologias de informação e comunicação. Estas ampliaram o número de respondentes passíveis de serem alcançados e a velocidade do trabalho, modificaram as técnicas de abordagens e reduziram os custos das pesquisas.

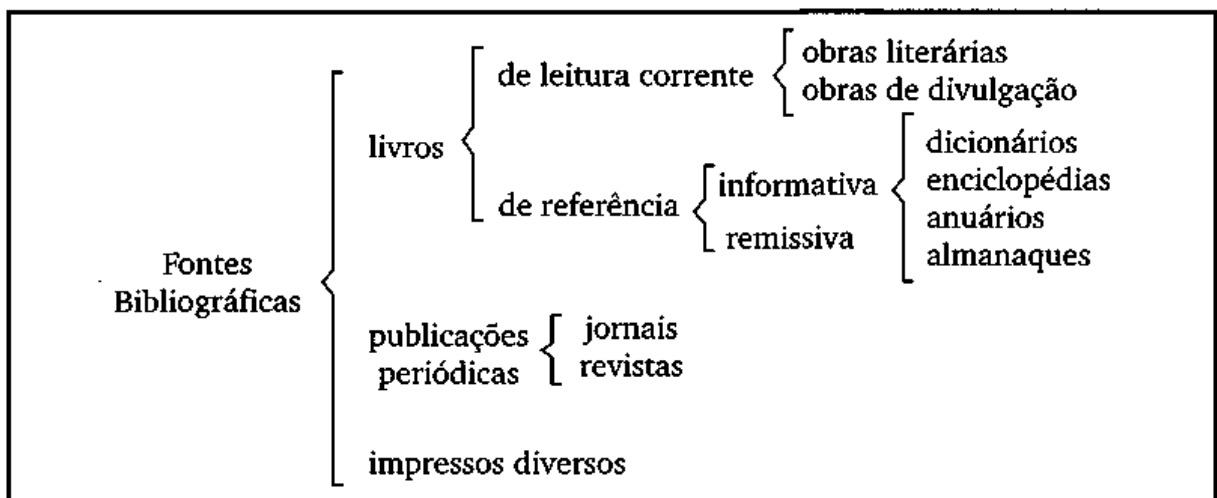
Entre outras implicações da tecnologia para o método, citam-se, ainda, a automatização e a simplificação da coleta e tabulação e à melhoria da apresentação

dos dados. (CENDON, 2015, p. 29). Esse tipo de pesquisa visa por meio de questionário, pluralizar o resultado considerado fiel ao ponto de representar em âmbito geral a população alvo, portanto é uma pesquisa quantitativa, não sendo pesquisado a população na sua totalidade ou na sua maioria, as conclusões obtidas com base nessa amostra são projetadas para a totalidade do universo, levando em consideração a margem de erro, que é obtida mediante cálculos estatísticos.

### 3.1.10 Pesquisa Bibliográfica:

A pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos. Embora em quase todos os estudos sejam exigidos algum tipo de trabalho dessa natureza, há pesquisas desenvolvidas exclusivamente a partir de fontes bibliográficas. Boa parte dos estudos exploratórios pode ser definida como pesquisas bibliográficas. As pesquisas sobre ideologias, bem como aquelas que se propõem à análise das diversas posições acerca de um problema, também costumam ser desenvolvidas quase exclusivamente mediante fontes bibliográficas. (Gil, 2002, p. 44). As principais fontes bibliográficas, a partir de livros até simples impressos que podem ser adotados como fontes, estão citadas na figura 02 extraída da mesma obra dessa conceituação.

Figura 05: Principais fontes bibliográficas. (Gil, 2002, p. 44).



Fonte: (GIL, 2002, p. 44)

A pesquisa bibliográfica, como qualquer outra modalidade de pesquisa, desenvolve-se ao longo de uma série de etapas. Seu número, assim como seu

encadeamento, depende de muitos fatores, tais como a natureza do problema, o nível de conhecimentos que o pesquisador dispõe sobre o assunto, o grau de precisão que se pretende conferir à pesquisa etc. Assim, qualquer tentativa de apresentar um modelo para desenvolvimento de uma pesquisa bibliográfica deverá ser entendida como arbitrária.

Ainda segundo Gil (2002, p. 59). A pesquisa bibliográfica pode, portanto, ser entendida como um processo que envolve as etapas:

- a) escolha do tema;
- b) levantamento bibliográfico preliminar;
- c) formulação do problema;
- d) elaboração do plano provisório de assunto;
- e) busca das fontes;
- f) leitura do material;
- g) fichamento;
- h) organização lógica do assunto; e
- i) redação do texto.

As buscas por referências que confirmam, ratificam um tema é comum em todo tipo de pesquisa, mas ao mesmo tempo pode ser direcionada pois podem existir divergências entre autores.

### **3.1.11 Pesquisa Documental:**

A pesquisa documental assemelha-se muito à pesquisa bibliográfica. A diferença essencial entre ambas está na natureza das fontes/Enquanto a pesquisa bibliográfica se utiliza fundamentalmente das contribuições dos diversos autores sobre determinado assunto, a pesquisa documental vale-se de materiais que não recebem ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetos da pesquisa. (GIL, 2002, p. 70).

Pode-se pensar que é um transcende da pesquisa bibliográfica onde são tomados como fonte de pesquisa, documentos oficiais, reportagens de jornal, cartas, contratos, diários, filmes, fotografias, gravações etc.

Os meios adotados para o desenvolvimento deste estudo foram as pesquisas: bibliográfica com a leitura de literatura disponibilizada nos meios eletrônicos; e a documental, por meio de arquivos disponibilizados pelo orientador deste trabalho, do

levantamento executado, onde está sendo atualizado o CTM, para tanto, utilizou-se um Drone para imagear a área do bairro.

### **3.2 Organização em estudo**

O alvo da análise é o bairro Batista da cidade de Entre Rios de Minas. Município da macrorregião centro sul do estado, segundo o IBGE, com extensão territorial de 456,796 Km<sup>2</sup>, população estimada em 2020 de 15.380 habitantes, IDHM (Índice de Desenvolvimento Humano Municipal de 0,672, índice crescente década após década desde 1990, visto a necessidade de planejamento para um crescimento sustentável frente a densidade demográfica de 31,18 hab/km<sup>2</sup> e uma receita (R\$ 28.688,77511 x 1.000) estreita frente as despesas empenhadas, fenômeno comum a todas as gestões municipais do país.

### **3.3 Universo e amostra**

A conceituação é algo importante para entender o problema da coleta de amostras dentro de um universo, em sua obra Gil (2008, p. 108) define universo e amostra como sendo:

“Universo ou população. É um conjunto definido de elementos que possuem determinadas características. Comumente fala-se de população como referência ao total de habitantes de determinado lugar.”

“Amostra. Subconjunto do universo ou da população, por meio do qual se estabelecem ou se estimam as características desse universo ou população.”

Gil (2008, p. 109), classifica o tipo de amostras em probabilísticas, sendo muito dependente de leis da estatística como a regularidade, a inércia e a permanência e não-probabilísticas onde não seria conveniente usar parâmetros ou tendências para chegar a uma conclusão: “amostragem probabilística e não-probabilística. Os tipos do primeiro grupo são rigorosamente científicos e se baseiam nas leis consideradas no item anterior. Os do segundo grupo não apresentam fundamentação matemática ou estatística, dependendo unicamente de critérios do pesquisador.”

A finalidade de um levantamento com o objetivo de servir de base para um CTM pede a maior exatidão possível, portanto a amostragem deve ser no universo na sua

totalidade, a população no primeiro plano são as parcelas (lotes, áreas, vias, passeios, etc) e suas características, em segundo plano as benfeitorias (edificações, postes, arvores, redes de serviços, etc).

### **3.4 Forma de coleta e análise dos dados**

Na coleta de dados, primeiramente foi necessário delimitar a poligonal do bairro Batista, o levantamento foi realizado com o uso de um Drone Phantom, por ser o mais apropriado pois a área a ser levantada não é extensa e sem a necessidade de um equipamento para um voo acima de 100m e assim cumprindo o objetivo de obter o menor custo em relação ao benefício, o VANT seria usualmente viável na área rural, em grandes áreas sendo a rapidez na execução o seu maior diferencial.

Conjuntamente foram feitos pontos de controle, os pontos de controle foram coletados com um receptor GNSS RTK Triump 1 do fabricante Javad, foram coletados entre 60 a 70 pontos marcados de forma que ficassem também visivelmente identificáveis no solo para serem utilizados como pontos de referência nas imagens aéreas que foram obtidas consecutivamente com objetivo de utilizar esses pontos de controle coletados no pós processamento, para correção de um possível erro de deslocamento objetivando maior precisão no resultado final do levantamento. As imagens aéreas coletadas (700 a 800) foram obtidas por voo com drone Phantom 2. Tendo coletado dados, os pontos do RTK e as imagens ainda não devidamente georreferenciadas, seguiram para serem processados e integrados em software (metashape) e ortorretificar as fotos obtidas, posteriormente georreferenciadas.

### **3.5 Limitações da pesquisa**

Esse estudo somente foi possível com a disponibilização dos dados e resultados dos voos executados no bairro Batista de Entre Rios de Minas e devido ao desligamento do orientador e fornecedor dos arquivos do quadro de docentes da instituição de ensino, houve um distanciamento que veio a prejudicar a comunicação para o devido desenvolvimento do estudo de caso deste trabalho. A locação de equipamentos para a realização de um levantamento hipotético, seria inviável em



função não somente do custo, mas de conflito de horários dos membros formadores do grupo de estudo.

## 4 RESULTADOS

O levantamento fotogramétrico de baixo custo com câmeras digitais de pequeno formato acoplado à um RPA deixou de ser um potencial e passou a ser uma ferramenta da aerofotogrametria, método do estudo deste trabalho, sendo o objetivo específico, e o produto, o ortomosaico, para base cartográfica de um CTM. Tendo de atender as exigências normativas e para tanto faz-se o uso de técnicas de posicionamento GNSS (Global Navigation Satellite System) para a determinação das coordenadas de pontos de controle que proporcionam precisão adequada. Esse posicionamento pode ser executado por diversos métodos e procedimentos, dentre esses métodos, o Manual Técnico de Posicionamento editado pelo INCRA – Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, cita a técnica de posicionamento com o uso de receptores RTK (Real Time Kinematic), o qual foi utilizada para a coleta de coordenadas em pontos estratégicos que auxiliaram o levantamento na correção das coordenadas das ortofotos.

Para o desenvolvimento deste trabalho foram realizadas oito campanhas de campo (Tabela 06). O primeiro campo consistiu no reconhecimento geral da área onde foi realizado um levantamento dos principais elementos encontrados na paisagem e realizado registros fotográficos dos mesmos.

Tabela 06: Sínteses das campanhas em campo

Atividade Desenvolvida
Reconhecimento da área.
Identificação dos pontos ideais para instalação do PAs.
Instalação dos PAs.
Teste do PAs.
1º Imageamento aéreo.
2º Imageamento aéreo.
Georreferenciamento de precisão do PAs.
Instalação de Pas complementares.
Georreferenciamento de precisão do PAs complementares.
3º Imageamento aéreo.

Fonte: Elaborada pelo autor

No segundo campo foi realizada a instalação dos Pontos de Apoio – Pas, que se dividem em pontos de controle para ortorretificação do imageamento aéreo – GCPs

(Ground Control Point), e pontos de conferência da precisão cartográfica – CPs (Check Point).

No campo subsequente ocorreu a investigação aérea, o inventariamento com fotografias oblíquas e os registros fotográficos do protótipo 1 do GCP para testes que foram realizados posteriormente em gabinete. O quarto e quinto campo foram para realização do imageamento aéreo, respectivamente à 400 e 230 pés (aproximadamente 120m e 70m).

#### **4.1 Instalação pontos de controle para garantir a precisão do mapeamento**

Todas as fotografias são “amaradas” a uma coordenada plano retangular em unidade métrica no sistema Universal Transversa de Mercator (UTM), utilizando-se o elipsoide legal para o Brasil, SIRGAS 2000.

Os pontos de apoio, divididos entre pontos de controle – GCPs e pontos de conferência da precisão cartográfica – CPs, tem como função controle para ortorretificação, muitas vezes marcados com giz agrícola, cal virgem ou pedaços de cartolina ou tecido. Ocorreu que neste trabalho foi necessário a repetição do imageamento ao longo de seis meses para se atingir a rigidez e precisão científicas necessárias no processo e optou-se pela instalação de GCPs fixos. Na figura 06 visualiza-se os círculos amarelos onde foram implantados os 10 pontos distribuídos na área do bairro Batista de Oliveira, situado no município de Entre Rios de Minas/MG.

Figura 06: Distribuição dos Pontos de Controle – GCPs.



Fonte: ortomosaico cedida pelo Prof. Jairo Ferreira Fraga Barrioni.

Na figura seguinte, um corte da imagem da ortofoto, demonstrando um dos 10 pontos em formato de cruz na cor branca, implantados estrategicamente, que forneceram coordenadas para a retificação das coordenadas das imagens.

Figura 07: Ponto de Controle - GCP



Fonte: Corte do ortomosaico cedida pelo Prof. Jairo Ferreira Fraga Barrioni.

Foi utilizada em campo a técnica do Sistema GNSS RTK (Real Time Kinematic) convencional, onde as informações são transmitidas via sinal de rádio, para obter as coordenadas dos pontos de controle implantados ao longo do bairro Batista de Oliveira. Nesse método de posicionamento, as correções são enviadas do receptor base para o receptor rover e corrigidas em tempo real, assim alcançar a acurácia necessária e exigida normativamente para esse procedimento. Os receptores são capazes de coletar coordenadas com precisão centimétrica, enquanto as coordenadas das imagens coletadas pelo drone podem estar com erro na casa de metros. A Figura 08 é a imagem do modelo do aparelho RTK marca Triumph 1 utilizado no levantamento dos Pontos de Controle.

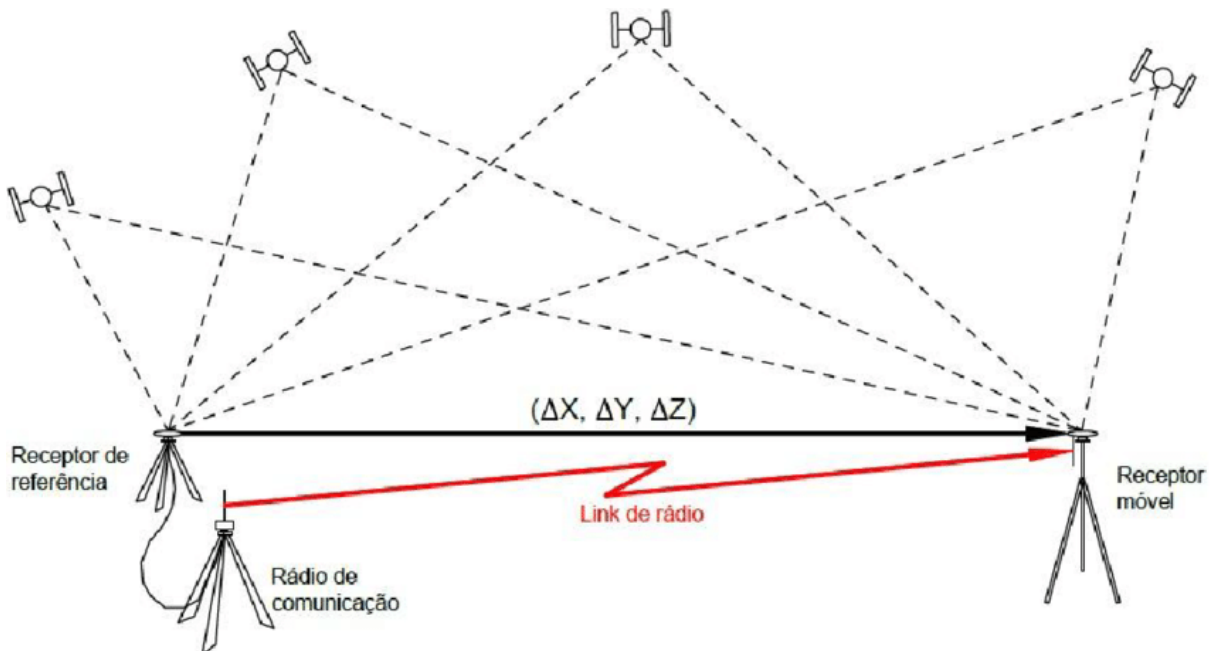
Figura 08: RTK Trimble



Fonte: Icstopografia, documento online

A próxima figura é da esquematização da técnica de posicionamento GNSS RTK.

Figura 09: Esquema de técnica RTK



Fonte: Manual Técnico de Posicionamento – INCRA

O levantamento em campo dos Pontos de Controle se deu em 13 de maio de 2019. A tabela 07, que se segue, são as coordenadas colhidas pelo equipamento RTK.

Tabela 07: Coordenadas do Ponto de Controle – SIRGAS 2000/UTM FUSO 22

Nome_Ponto	Longitude	Latitude
PT01	595783,9731	7714699,0710
PT02	595917,8525	7714745,1417
PT03	595825,0828	7714836,6480
PT04	596047,4126	7714951,7023
PT05	596190,5260	7715035,0859
PT06	596243,6280	7715150,5371
PT07	595929,2548	7715191,8466
PT08	595728,5785	7715035,6627
PT09	595857,6425	7714993,8518
PT10	596062,4271	7715007,6368

Fonte: Prof. Jairo Ferreira Fraga Barrioni.

Coletadas as coordenadas dos pontos de controle, a etapa posterior foi a missão de um RPA (Drone), para obter as imagens cobrindo a área objetivo do projeto.

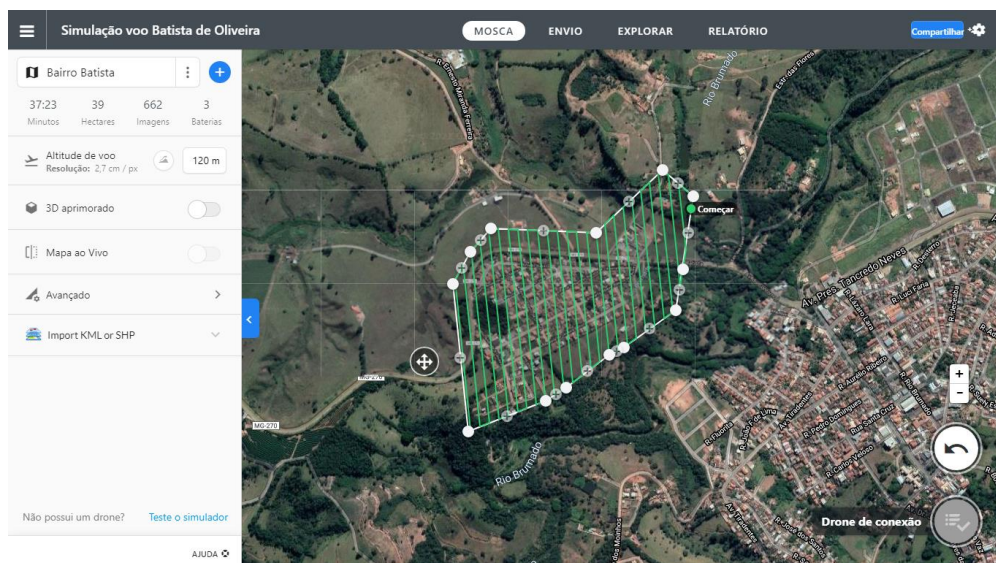
## 4.2 Delimitar a área a ser levantada

O RPA (Drone), utilizado para a missão foi o Phantom 4 Pro, com peso 1388g incluso as hélices e bateria, tamanho diagonal de 350mm, tendo as velocidades máximas de subida e descida, respectivamente de 6m/s e 4m/s, velocidade de voo de 50 km/h, ângulo máximo de inclinação de 35°, limite máximo de serviço acima do nível do mar de 6.000m, resistência máxima à velocidade do vento de 10m/s, tempo máximo de voo de 30 minutos, faixa de temperatura operacional entre 0° a 40° e trabalha com os sistemas de posicionamento GPS/GLONASS. A Câmera acoplada atendeu às necessidades do projeto com as suas especificações: Sensor com pixels efetivos de 1" CMOS 20m, tamanho de imagens 3:2 (5.472 x 3.648), 4:3 (4.864 x 3.648) e 16:9 (5.472 x 3.078), formatos (JPEG, DNG-Raw) e igualmente como a aeronave, trabalha na faixa de temperatura operacional entre 0° a 40°.

Precedendo a missão, foi feito um plano de voo utilizando o aplicativo dronedeploy, com configurações respeitando a regulamentação da ANAC e DECEA, quanto a altitude, locais com restrições, dentre outras determinações, para ter a devida autorização de execução de voo em espaço aéreo no território nacional.

Foram usados, para a definição da área a ser levantada, plantas cadastrais já existentes, arquivos de IPTU e o Google Earth Pro. A Figura 10 exibe o plano de voo hipotético sobre o bairro Batista de Oliveira do município de Entre Rios de Minas em tela no aplicativo:

Figura 10: Plano de voo



Fonte: Aplicativo dronedeploy – documento online

A missão foi executada no dia 15 de maio de 2019, dois dias após a coleta das coordenadas dos Pontos de Controle, cobriu uma área de 293.946,45m<sup>2</sup>, percorrendo uma distância de 2.720,55m em aproximadamente 37 minutos, gerando 632 fotos, que foram geoprocessadas no software Metashape Professional versão 1.5.1, gerando a nuvem de pontos, um DEM (Modelo de Elevação Digital), um relatório com os parâmetros do voo e das ortofotos e nesses último, foram retificadas suas coordenadas com base nas coordenadas dos Pontos de Controle, dando origem a uma imagem única ortorretificada com a acurácia necessária, apresentando um erro na casa centimétrica, (1,06201cm), e tendo a maior discrepância em um dos pontos, (2,37045). Na figura 08 pode-se visualizar o resultado das imagens coletadas pelo drone e o geoprocessamento executado em software para a retificação das coordenadas.

A Figura 11 é o produto parcial, o ortomosaico. As ortofotos colhidas no voo executado na área de interesse foram “amarradas” e corrigidas com base nas coordenadas dos pontos de controle e todas com a mesma escala, no mesmo sistema geodésico de referência, sistema de projeção e fuso, (SIRGAS 2000/UTM FUSO 22), importante para a precisão e grau de confiabilidade. Formaram assim uma matriz ortogonal, um plano cartográfico com resolução espacial que deu origem aos arquivos vetorizados das parcelas (lotes), e suas respectivas edificações.

Figura 11: Ortomosaico



Fonte: ortomosaico cedida pelo Prof. Jairo Ferreira Fraga Barrioni.



### 4.3 Obter dados com a máxima acurácia para a vetorização de ortofoto para o uso em uma base cartográfica

Uma vetorização se baseia tornar uma imagem matricial em uma imagem vetorial, o detalhamento do ortomosaico com sua alta resolução espacial propicia vetorizar, pois fica nítido os limites das parcelas e os formatos das edificações, Segundo Fitz (2008), vetorizar é representar com pontos, linhas e polígonos uma estrutura associada, a um atributo digital ou a um banco de dados alfanuméricos, como por exemplo: Os limites e confrontações de uma ou mais parcelas de uma área urbana e também as edificações vinculadas. Os pontos dão origem a linhas que por sua vez, interligadas e fechadas, formam polígonos.

No processo para a vetorização do produto gerado pelo procedimento anterior, o ortomosaico, foi utilizado o software Arcmap 10.5, sendo que a vetorização dos terrenos (parcelas), é feita separadamente da vetorização das edificações, gerando assim, arquivos separados, que podem ser editados, usados principalmente para cálculo de áreas. As imagens vetoriais podem ser sobrepostas a imagem raster. Nas figuras que se seguem são, respetivamente, as imagens vetoriais dos lotes e edificações e a sobreposição delas.

Figura 12: Vetorização lotes

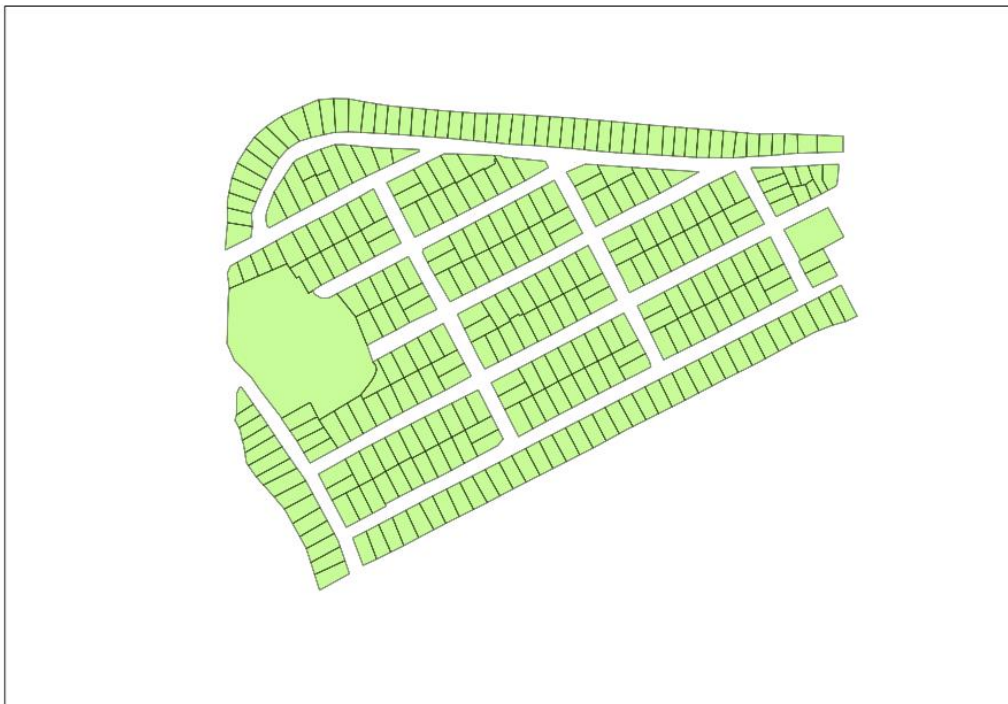


Figura 13: Vetorização Edificações



Fonte: Prof. Jairo Ferreira Fraga Barrioni.

Figura 14: Imagem vetorização edificações sobre lotes



Fonte: Prof. Jairo Ferreira Fraga Barrioni.

A resolução espacial proporcionada pelo sensor utilizado no voo do RPA, tem um nível de detalhamento que possibilitou a vetorização com um satisfatório grau de confiabilidade. Uma imagem matricial é basicamente formada por pixels que tem o seu tamanho dependendo de sua resolução, sendo inversamente proporcional, quanto menor o pixel maior a resolução. Para Loch (2008), as imagens de alta resolução espacial, são alternativas válidas para a geração de produtos cartográficos urbanos ou rurais. A figura 12 exibe as vetorizações dos lotes e edificações sobrepostas sobre a imagem raster.

Figura 15: Vetorização Edificações/Lotes sobre Ortomosaico



Fonte: Prof. Jairo Ferreira Fraga Barrioni.

A aerofotogrametria permite obter medições confiáveis a partir de ortofotos e a retificações delas. As imagens obtidas pelo sensor acoplado ao RPA utilizado para o levantamento no bairro Batista de Oliveira, demonstra que o resultado é satisfatório.

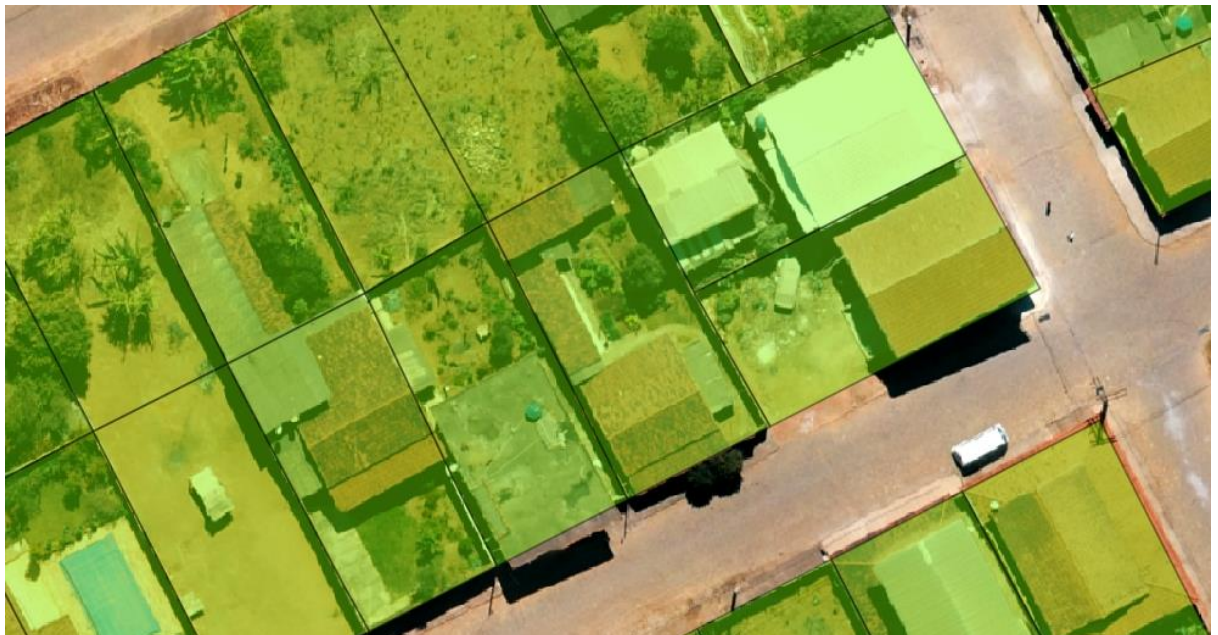
O detalhamento do ortomosaico viabilizou a vetorização das parcelas e edificações existentes, conforme a realidade. A seguir uma sequência de cortes de imagens de um mesmo trecho da área levantada.

Figura 16: Corte trecho do ortomosaico



Fonte: Prof. Jairo Ferreira Fraga Barrioni.

Figura 17: Corte trecho do ortomosaico com a vetorização dos lotes sobreposta



Fonte: Prof. Jairo Ferreira Fraga Barrioni.

Figura 18: Corte trecho do ortomosaico com a vetorização de edificações sobreposta



Fonte: Prof. Jairo Ferreira Fraga Barrioni.

Figura 19: Corte trecho do ortomosaico e das vetorizações de lotes edificações sobrepostas



Fonte: Prof. Jairo Ferreira Fraga Barrioni.

Essa sequência demonstra a eficácia, como pode ser observado, do tratamento de uma imagem ortogonal, retificada e georreferenciada para obter arquivos

vetorizados com base no detalhamento e na acurácia fornecida pelo processamento das ortofotos.

## 5 Conclusão

Inimaginável seria há pouco tempo atrás o uso de alta tecnologia para conceber um produto cartográfico com qualidade e um orçamento reduzido, mas como a maioria das tecnologias e produtos que entram no mercado, existe a tendência de baixar custos devido ao aumento do consumo perante a um público alvo. Não sendo diferente na engenharia, pois o avanço do Sensoriamento Remoto que propicia a obtenção de informações a distância, neste estudo em particular as imagens obtidas na região visível do espectro, através de sensores cada vez mais eficientes quanto a resolução espacial, fornecendo imagens aéreas com qualidade por meio do uso de um RPA e unida à técnicas de posicionamento GNSS que garantem uma precisão centimétrica, somando-se a isso, a evolução constante da tecnologia da informação com softwares que processam esses dados, tecnologias que há tempos vem sendo usados para obter um produto eficiente, otimizando o custo e o benefício e a formação de profissionais habilitados para coleta, análise de dados e desenvolvimento de projeto de levantamento fotogramétrico para a geração de uma base cartográfica.

Com tudo isso e com o resultado satisfatório do levantamento realizado no bairro Batista de Oliveira, conclui-se que o método usado para geração de base cartográfica destinado ao uso na elaboração e/ou atualização sistemática de um Cadastro Técnico Multifinalitário em municípios de pequeno porte, a exemplo do município de Entre Rios de Minas onde se situa a área deste estudo, demonstra ser uma opção viável para atender as determinações contidas no Estatuto das Cidades aos municípios com mais de 20 mil habitantes para o crescimento sustentável, viável também para as cidades com menos habitantes, a exemplo do município em questão, propiciando um desenvolvimento planejado e igualmente sustentável. Um Cadastro Técnico não se resume à elaboração de um plano cartográfico por ser Multifinalitário, sendo por sua essência Multidisciplinar e dentro desse contexto, a produção de uma base cartográfica confiável com uso de tecnologia e a colaboração das engenharias para tal finalidade.

## 6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13133: Execução de Levantamento Topográfico**. Rio de Janeiro, 1994.

ALVES JÚNIOR, L. R. **Análise de produtos cartográficos obtidos com câmera digital não métrica acoplada a um Veículo Aéreo Não Tripulado em áreas urbanas e rurais no Estado de Goiás**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, GO, 114 p., 2015.

ANTUNES, A.F.B.; HOLLATZ, R.C.V. **Cadastro Técnico Multifinalitário de baixo custo utilizando VANT**. In: XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 17., 2015, João Pessoa, Anais [...]. Curitiba: UFPR, 2015.

BLACHUT, T.J. **Cadastre as a basis vof general land inventory of coubtry**. In: BLACHUT, T.J.; et al Cadastre: varius functions characteristics 202 techniques and the planningof land record sistem. Canadá: National Council, 1974.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 2016. 496 p.

BRASIL. **Estatuto da Cidade**: Lei 10.257 de 10 de julho de 2001. Brasília: Câmara dos Deputados, 2001.

BRASIL. **ICA 100-40** – DECEA – Departamento de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro. Portaria 415, de 09 de novembro de 2015.

BRASIL. **Instrução Suplementar - IS - No 21-002 - Revisão A. Portaria no 2.031/SAR, de 4 de outubro de 2012, Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC**. Brasília. 2012.

BRASIL. **Ministério das Cidades**. Portaria n.511, de 7 de dezembro de 2009. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 08 dez. 2009. Seção 1, p.75.

BRASIL. Ministério da Defesa. Portaria n. 606/MD. 2004. **Dispõe sobre a Diretriz de Obtenção de Veículos Aéreos Não Tripulados e dá outras providências**. Publicada no DOU n. 112, em 14-6-2004.

CENDÓN, B.V. Pesquisa Survey: análise das reações dos respondentes. **Informação & Sociedade**. João Pessoa, v. 24, n. 3, p. 29, 2014.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Ed. 4, São Paulo: Atlas, 2002.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. Ed. 6, São Paulo: Atlas, 2008.

LOCH. C. **A realidade do Cadastro Técnico Multifinalitário no Brasil**. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2007, Florianópolis. **Anais**. Florianópolis: INPE, abr. 2007. p. 1281-1288



- Loch, C. (2005 a) **Cadastro Técnico Multifinalitário e a Gestão Municipal de Blumenau – SC**. In. Seminário de Cadastro Territorial Multifinalitário. Brasília, Ministério das Cidades.
- LOCH, C. e LAPOLLI, E. M. **Elementos básicos da Fotogrametria e sua utilização prática**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1998.
- LOCH, C.; ERBA, D.A. **Cadastro técnico multifinalitário: rural e urbano**. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy, 2007. 142p.
- MACEDO, J. V. N. **Utilização de Aeronave Remotamente Pilotada para Imageamento da Área Urbana de Monte Carmelo – MG e Elaboração de Base Cartográfica Digital**. 2019. 32 p.
- MARIA, A. C. **Aplicação dos sistemas de sensoriamento remoto por imagens e o planejamento urbano regional**. arq.urb, n. 3, p. 98-123, 11 dez. 2019.
- MITISHITA, E. A.; GONCALVES, J. E; GRAÇA, N. L. S. S; CENTENO, J. A. S.; MACHADO, A. M. L. **O uso de veículos aéreos não tripulados (VANTs) em aplicações de mapeamento aerofotogramétrico**. In: **XXVI Congresso Brasileiro de Cartografia**, Anais, Gramado, 2014.
- SANTOS, J. C.; FARIAS, E. S.; CARNEIRO, A. F. T. **Análise da parcela como unidade territorial do cadastro urbano brasileiro**. In: Boletim de Ciências Geodésicas, Recife: UFPE, 2013.
- TAHAR, K. N. "A New Approach On Slope Data Acquisition Using Unmanned Aerial Vehicle." **International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences** Vol:13. 2012.
- VEIGA, L. A. K.; ZANETTI, M. A.; FAGGION, P. L. **FUNDAMENTO DE TOPOGRAFIA**. 2007. P. 14.