
ABORDAGEM SOBRE O USO DE RPA (AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA) COMO APOIO AO GEORREFERENCIAMENTO DE IMÓVEIS RURAIS

*Approach on the use of RPA (Remotely Piloted Aircraft) as a support for
rural georeferenced parcels*

Lívia Corrêa Crispim
Dayani Della Giustina Michels
Jean Lucas Paes de Farias

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Transportes e Gestão Territorial
Centro Tecnológico da UFSC
Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima
Rua Delfino Conti, s/n - Trindade, Florianópolis - SC, 88040-900
liviahh@gmail.com
dayani.della@gmail.com
jean.farias@posgrad.ufsc.br

Francisco Henrique de Oliveira
Universidade do Estado de Santa Catarina
Centro de Ciências Humanas e da Educação (FAED)
Av. Me. Benvenuta, 2007 - Itacorubi, Florianópolis - SC, 88036-500
chico.udesc@gmail.com

Resumo:

Constata-se que a maior parte do território brasileiro é ocupada por propriedades rurais, que variam de pequenas a grandes áreas distribuídas por todo país. Tais propriedades, em sua maioria, não estão oficialmente delimitadas ou regularizadas - por coordenadas - em um sistema governamental de controle territorial. Nos últimos anos, foram propostas ações por diversos órgãos públicos, bem como leis e decretos, na tentativa de criar e organizar um sistema efetivo que apoie as ações administrativas, públicas e de planejamento no Brasil voltada a identificação/medição parcelaria e gestão territorial. Nesse sentido, o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) anunciou em 19 de fevereiro de 2018, a Norma de Execução INCRA/DF/02, que estabelece critérios para aplicação e avaliação de produtos obtidos a partir de aerofotogrametria para determinação de coordenadas de vértices definidores de limites de propriedades rurais. Com a finalidade de se obter maior eficiência e praticidade no georreferenciamento estão sendo cada vez mais testadas e aplicadas novas geotecnologias. O método tradicional do levantamento geodésico é, ainda, um dos métodos mais utilizados e confiáveis, uma vez que apresenta maior precisão acerca dos dados e medidas. No entanto a utilização de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA) vem se destacando frente aos outros métodos para mapeamento de pequenas áreas, devido ao seu baixo custo, autonomia e altura de voo. A partir de revisão da literatura sobre o tema, o presente artigo apresenta uma abordagem técnica e teórica com o objetivo de melhor compreender o uso do RPA como uma ferramenta de apoio ao georreferenciamento de imóveis rurais, seguindo as normas e regulamentações do INCRA, ANAC e DECEA.

Palavras-chave: Georreferenciamento de imóveis rurais; Cadastro Rural; Aeronave remotamente pilotada; INCRA.

Abstract:

It is noted that most of the territory is occupied by rural properties, which vary from small to large, spread throughout the country. These properties, for the most part, are not officially delimited or regularized - by coordinates - in an official system of territorial control. In recent years, given the situation, the processes of decision-making, training process and organization of a process that are based on administrative, public and planning actions are not geared to the situation. In this sense, the National Institute for Colonization and Agrarian Reform (INCRA) announced on February 19, 2018, an INCRA / DF / 02 Implementation Standard, which establishes criteria for the application and evaluation of products for aerophotogrammetry to determine coordinates. of vertexes defining rural property boundaries. With a purpose of greater efficiency and practicality without georeferencing, new geotechnologies are being tested and predicted. The traditional method of geodetic survey is also one of the most used and important methods, since it places a greater weight on the data and measures. However, the use of Remotely Piloted Aircraft (RPA) has been developing in comparison to other methods of mapping small areas, along their cost, autonomy and flight height. Based on a review of the literature, this article presents a technical and theoretical approach with the objective of improving the use of rural property, following the rules and regulations of INCRA, ANAC and DECEA

Keywords: Georeferencing of rural properties; Rural land register; Remotely piloted aircraft; INCRA.

1. INTRODUÇÃO

Historicamente, grande parte do território brasileiro é ocupado por propriedades rurais, que variam de pequenas a grandes extensões distribuídas por todas as regiões. Tais propriedades, em sua maioria, não estão oficialmente delimitadas ou regularizadas em um sistema oficial de controle territorial, considerando seus limites definidos por coordenadas. Nos últimos anos, foram propostas ações por diversos órgãos públicos, bem como leis e decretos na tentativa de criar e organizar um sistema territorial parcelário efetivo que apoie as ações administrativas, públicas e de planejamento no Brasil.

Nesse sentido, o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), se configura como órgão nacional responsável pelo cadastro fundiário brasileiro e sua fiscalização. Considerando a finalidade do INCRA, em 1972 cria-se o Sistema Nacional de Cadastro Rural (SNCR), com o objetivo principal de se ter um banco de dados sobre os imóveis rurais, bem como a identificação dos respectivos proprietários – na extensão territorial do país.

Posteriormente, com a promulgação da Lei 10.267/2001 - Lei do Georreferenciamento de Imóveis Rurais e a criação do Cadastro Nacional de Imóveis Rurais (CNIR), que reúne informações sobre localização geográfica, dimensão, titularidade, situação jurídica, perímetro georreferenciado e a descrição do imóvel, a proposta da sistematização e reconhecimento da situação fundiária nacional pelo reconhecimento das propriedades/parcelas passou a ter um caráter técnico.

Deste modo, com a finalidade de se obter maior eficiência e praticidade no georreferenciamento estão sendo cada vez mais testadas e aplicadas novas geotecnologias. O método tradicional do levantamento geodésico é, ainda, um dos métodos mais utilizados, uma vez que apresenta maior precisão acerca dos dados e medidas. No entanto a utilização de Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPAs) vem se destacando frente aos outros métodos para mapeamento de pequenas áreas, devido ao seu baixo custo, autonomia e altura de voo. (RAMOS et al., 2017).

A demanda por mapeamentos em pequenas áreas faz com que a aquisição de dados territoriais/cartográficos seja aprimorada continuamente, nesse sentido os trabalhos de (ZHANGE; KOVACS, 2012; PÉREZ et al., 2013; ZALAS et al., 2016; GALLACHER, 2015; e SMACZYŃSKI; GULIJ, 2017) demonstram que a utilização de RPAs (baseada no conceito da fotogrametria) como uma alternativa para aquisição de imagens aéreas. Os autores enfatizam ainda a importância dessa tecnologia atrelada ao trabalho de novas pesquisas e metodologias

permitindo maior automatização ao processo.

Considerando esse cenário geotecnológico, o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) anunciou em 19 de fevereiro de 2018, a Norma de Execução INCRA/DF/02, que estabelece critérios para aplicação e avaliação de produtos obtidos a partir de aerofotogrametria para determinação de coordenadas de vértices definidores de limites de propriedades rurais.

A partir de revisão da literatura sobre o tema, apresenta-se uma abordagem técnica e teórica com o objetivo de melhor compreender o uso do RPA como ferramenta de apoio ao georreferenciamento de imóveis rurais, seguindo as normas e regulamentações do INCRA, ANAC e DECEA. Além disso, são apresentadas algumas considerações sobre a viabilidade real e restrita, bem como a contribuição do uso de RPA, segundo a Norma de Execução do INCRA/DF/02 de 19 de fevereiro de 2018.

2. CADASTRO RURAL

Dentre as várias aplicações do CTM no âmbito rural, Loch e Erba (2007) afirmam que o CTM se torna um excelente instrumento de política agrária, juntamente com a legislação, fornecendo informações sobre a quantidade de imóveis, suas dimensões, valor da terra, grau de utilização, eficiência de sua exploração, entre outros.

Loch et al (2000), afirmam que o Cadastro Territorial Rural (CTR) proporciona às entidades públicas federais, estaduais e municipais, bem como as privadas e aos proprietários rurais, dados e informações socioeconômicas literais e cartográficas em nível de propriedade rural, tendo como objetivo principal planejar as ações para melhoria das condições do município e também permitir o controle e monitoramento dos problemas ambientais. Desta forma, O CTR deve ser entendido como um sistema de informações territoriais (SIT) especializadas com confiança geométrica, contendo informações agrícolas, sociais, econômicas e ambientais de cada imóvel rural.

2.1. Estrutura Fundiária

O sistema fundiário brasileiro iniciou com o regime das sesmarias, o qual se constituía na distribuição de terras aos portugueses cristãos que desejassem ocupá-las e explorá-las. Porém, devido à falta de fiscalização do governo Português frente às distribuições e ocupações das terras instalou-se em todo território uma desordem no sistema fundiário da colônia (BRITO, 2005).

No Brasil Colônia duas formas de obtenção de terra são destacadas por Oliveira (2005, apud PARZZANINI, 2007): a forma legal através da doação da coroa portuguesa e com o passar dos anos pela compra e pela posse de áreas devolutas e improdutivas; e de forma ilegal pela invasão às propriedades, caracterizando a grilagem de terras.

Foi criado no Brasil pela Lei N.º 4.504, de 30 de novembro de 1964 (denominado Estatuto da Terra) o Cadastro Rural, que pode ser descrito como o conjunto de informações relativas a cada imóvel rural. Posteriormente, com o advento da Lei N.º 5.868, de 12 de dezembro de 1972, foi instituído o Sistema Nacional de Cadastro Rural (SNCR), que teve como principal finalidade a integração e sistematização da coleta, pesquisa e tratamento de dados e informações descritivas jurídicas e geográficas sobre o uso e posse da terra. O SNCR compreende o Cadastro de Imóveis Rurais, Cadastro de Proprietários de Imóveis Rurais, Cadastro de Arrendatários e Parceiros e Cadastro de Terras Públicas (LOCH E ERBA, 2007)

Com o objetivo de estabelecer ordem na ocupação do solo brasileiro, segundo Brito

(2005) várias leis foram sucedendo-se, no entanto não foram capazes de sanar os problemas deixados pela colonização nas propriedades. Para o autor, a identificação do imóvel realizada por meio das características impostas pela Lei nº 6.015 de 1973 (Lei dos Registros Públicos) continuava sendo duvidosa e sem credibilidade, uma vez que ainda causam confusões e incertezas nas identificações dos limites, localizações e nas áreas das propriedades/parcelas. São destacadas as discrepâncias entre os formatos e dimensões existentes em um registro e a realidade na superfície das propriedades.

2.2. Lei nº 10.267/2001 – Georreferenciamento de Imóveis Rurais

A fim de solucionar as problemáticas existentes na estrutura fundiária rural do Brasil foi criada em 2001 a Lei nº 10.267, a qual é considerada um marco histórico na organização do território. Toledo e Bertotti (2014) afirmam que a Lei nº 10.627 de 2001 surgiu da necessidade do conhecimento do território, em uma forma de gerir e coletar as informações para elaborar uma estrutura de dados georreferenciada sobre o território nacional. Parzzanini (2007) acrescenta que a presente lei foi criada com o objetivo de coibir a apropriação fraudulenta de terras e a criação ilegal de latifúndios.

Dantas (2009) afirma que a Lei nº 10.267/01 veio legitimar, aperfeiçoar e modernizar o sistema de registro de terras, além de propor diretrizes para a integração entre os sistemas de Cadastro Territorial e de Registro, entre o INCRA e os Cartórios de Registro de Imóveis. Ainda para o mesmo autor, estes sistemas poderão agir com maior efetividade e rapidez contra apropriação e transferências fraudulentas de terras públicas e particulares, invasões de áreas de preservação ambiental e de esbulho de terras indígenas e de quilombos.

A referida lei, regulamentada pelo Decreto nº 4.449 de 30 de outubro de 2002, criou o Cadastro Nacional de Imóveis Rurais (CNIR) e trouxe mudanças no âmbito da identificação dos imóveis rurais. Neste contexto, a partir de 2001 para realizar a identificação dos imóveis rurais passou-se a exigir os dados constantes no Certificado de Cadastro de Imóvel Rural (CCIR) e memorial descritivo.

O CNIR é definido como uma base de dados gerenciada pelo INCRA e pela Secretaria da Receita Federal, a qual deve ser produzida e compartilhada pelas diversas instituições públicas produtoras e usuárias de informações sobre o meio rural. A base de dados foi formada a partir de imóveis rurais cadastrados no Sistema Nacional de Cadastro Rural (SNCR), tendo como código de identificação o Código INCRA. A partir de então todas as atualizações cadastrais realizadas no SNCR/INCRA serão migradas automaticamente para o CNIR.

A Secretaria da Receita Federal do Brasil (RFB) e o INCRA produziram o Manual CNIR o qual estabelece o serviço denominado de Vincular Nirf, o qual representa a integração do SNCR, do INCRA, e o Cadastro de Imóveis Rurais (Cafir), da RFB, (INCRA, 2017).

O Sistema Nacional de Cadastro Rural (SNCR) possui como objetivo conhecer a estrutura fundiária e a ocupação do meio rural brasileiro, de modo a assegurar o planejamento de políticas públicas. Após as declarações feitas pelos proprietários ou possuidores (posseiro) de imóveis rurais cadastrados o sistema emite o Certificado de Cadastro de Imóvel Rural (CCIR).

A partir da Lei nº 12.267/2001 a identificação dos imóveis rurais através do georreferenciamento passou a ser exigida para toda e qualquer alteração de área ou de seu(s) titular(es) em Cartório, portanto estabeleceu-se prazos para o georreferenciamento dos imóveis rurais. Os prazos foram definidos inicialmente pelo Decreto nº 4.449/2002 e posteriormente prorrogados conforme decretos listados na tabela 1:

Tabela 1 - Tamanho dos imóveis e prazo para o georreferenciamento.

ÁREA (ha)	PRAZO	DEFINIDO POR
≥ 5000	90 dias	Decreto nº 4.449 de 30 de outubro de 2002
$1000 \geq a < 5000$	1 ano	Decreto nº 4.449 de 30 de outubro de 2002
$500 \geq a < 1000$	5 anos	Decreto nº 5.570 31 de outubro de 2005
$250 \geq a < 500$	10 anos	Decreto nº 7.620 de 21 de novembro de 2011
$100 \geq a < 250$	15 anos	Decreto nº 9.311 de 15 de março de 2018
$25 \geq a < 100$	20 anos	Decreto nº 9.311 de 15 de março de 2018
$a < 25$	22 anos	Decreto nº 9.311 de 15 de março de 2018

Fonte: Acervo dos Autores, 2018.

O georreferenciamento dos imóveis rurais quando realizado deve ser materializado por memorial descritivo, o qual deve ser elaborado, executado e assinado por profissional habilitado com a devida Anotação de Responsabilidade Técnica – ART. Nesse documento deve conter as coordenadas definidoras dos vértices da propriedade “georreferenciada” em acordo com o Sistema Geodésico Brasileiro e com a precisão posicional fixada pelo INCRA (Manual Técnico de Posicionamento – Georreferenciamento de Imóveis Rurais). O memorial deve seguir as diretrizes estabelecidas pela Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais (NTGIR), a qual se encontra na 3ª edição e em vigor desde 2013.

Após o georreferenciamento cabe exclusivamente ao INCRA apresentar a certificação de que o polígono, objeto do memorial descritivo, não se sobrepõe a nenhuma outra constante de seu cadastro georreferenciado e que o memorial atende às exigências estabelecidas pela 3ª edição da Norma Técnica.

A certificação cadastral territorial ocorre por meio do Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF), o qual se configura em um sistema automatizado responsável por toda a certificação dos imóveis rurais, de modo digital e na plataforma web. Para Toledo e Bertotti (2014) o novo sistema tornou-se a principal ferramenta de disseminação e controle de informações espaciais referentes a estrutura fundiária do Brasil, sendo totalmente automatizado graças a aplicação e desenvolvimento geotecnológico.

2.3. Estrutura Fundiária Regional – O Caso de Santa Catarina

Provavelmente, o aspecto mais forte na caracterização original da estrutura fundiária local depende da colonização. No sul do Brasil, a grande maioria dos projetos de colonização

apresentavam parcelas de 10 alqueires (tradicionalmente denominado como colônia). Esses lotes normalmente tinham de 100 a 250 metros de frente (testada) por 1.000 a 2.500 metros de fundo. Essas parcelas com facilidade ultrapassam de 2 a 4 divisores de água, tornando-se, algumas vezes, inviáveis para o aproveitamento agrícola. (LOCH E ERBA, 2007)

O INCRA disponibilizou no ano de 2016, a partir dos dados gerados pelo Sistema Nacional de Cadastro Rural (SNCR), uma estatística de imóveis rurais cadastrados no estado de Santa Catarina, conforme apresentado na figura 1.

Sistema Nacional de Cadastro Rural - SNCR Cadastros dos imóveis rurais em Santa Catarina

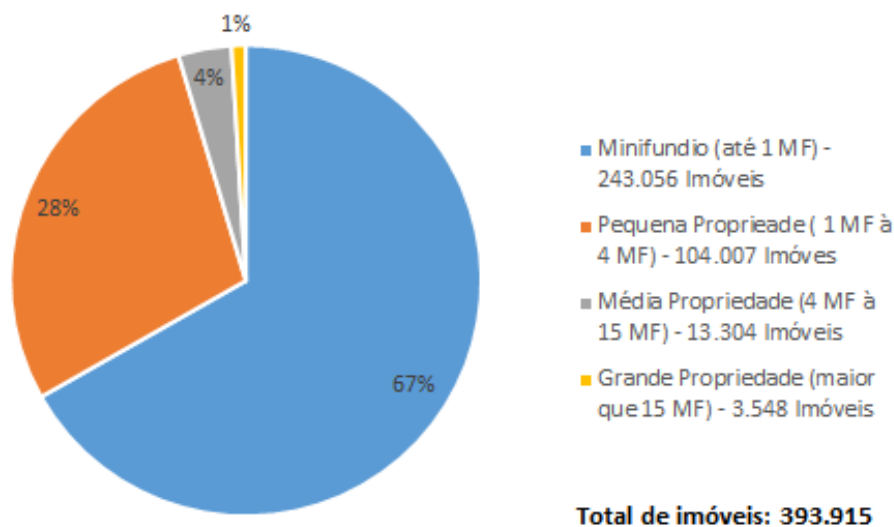


Figura 1 - Estatística dos imóveis rurais em Santa Catarina por tamanho.
Fonte: Adaptado de INCRA (2016)

Os imóveis rurais são classificados conforme a quantidade de módulos fiscais em: minifúndios, pequenas, médias e grandes propriedades. O módulo fiscal é definido pelo INCRA por uma unidade de medida fixado, em hectares, para cada município. Leva-se em conta para a definição dessa medida o tipo de exploração e a renda obtidas nas áreas dos imóveis, bem como o conceito de “propriedade familiar”. A propriedade familiar, segundo Brasil (1964), é o imóvel rural explorado pelo agricultor e sua família, o qual garante a subsistência e o progresso social e econômico através da força de trabalho familiar e eventualmente com a ajuda de terceiros.

Para a EMBRAPA (2018) o módulo fiscal expressa a área mínima necessária para que uma unidade produtiva seja economicamente viável. O valor do módulo fiscal no Brasil varia de 5 a 110 hectares e em Santa Catarina de 7 a 24 hectares, definidos pela Instrução Especial nº 20 de 1980 do INCRA.

Por meio de uma análise superficial observa-se, conforme figura 1, que estão cadastrados 363.915 imóveis rurais de propriedade particular ou pública em Santa Catarina. Desses imóveis rurais 67% são classificados como minifúndio, 28% como pequena propriedade, 4% como média propriedade e apenas 1% como grandes propriedades.

Segundo o acervo fundiário do INCRA os imóveis rurais georreferenciados no estado de Santa Catarina são representados pela figura 2. O estado possui 8.066 imóveis rurais públicos e privados já certificados pelo Sistema de Gestão Fundiária (SIGEF) e 625 imóveis públicos e

privados certificados pelo Sistema Nacional de Certificação de Imóveis (SNCI), o qual corresponde a 9,63% e 3,83% de toda a extensão do estado, respectivamente.

A Certificação via SNCI certifica os imóveis rurais segundo a 1ª e a 2ª Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais. Já para o SIGEF as propriedades devem ser certificadas segundo a 3ª Norma Técnica. O acervo fundiário traz ainda a informação de que 139 imóveis rurais são utilizados para assentamentos oriundos da reforma agrária e 4 imóveis destinados a quilombolas, correspondendo a 1% e 0,17% do território catarinense, respectivamente.

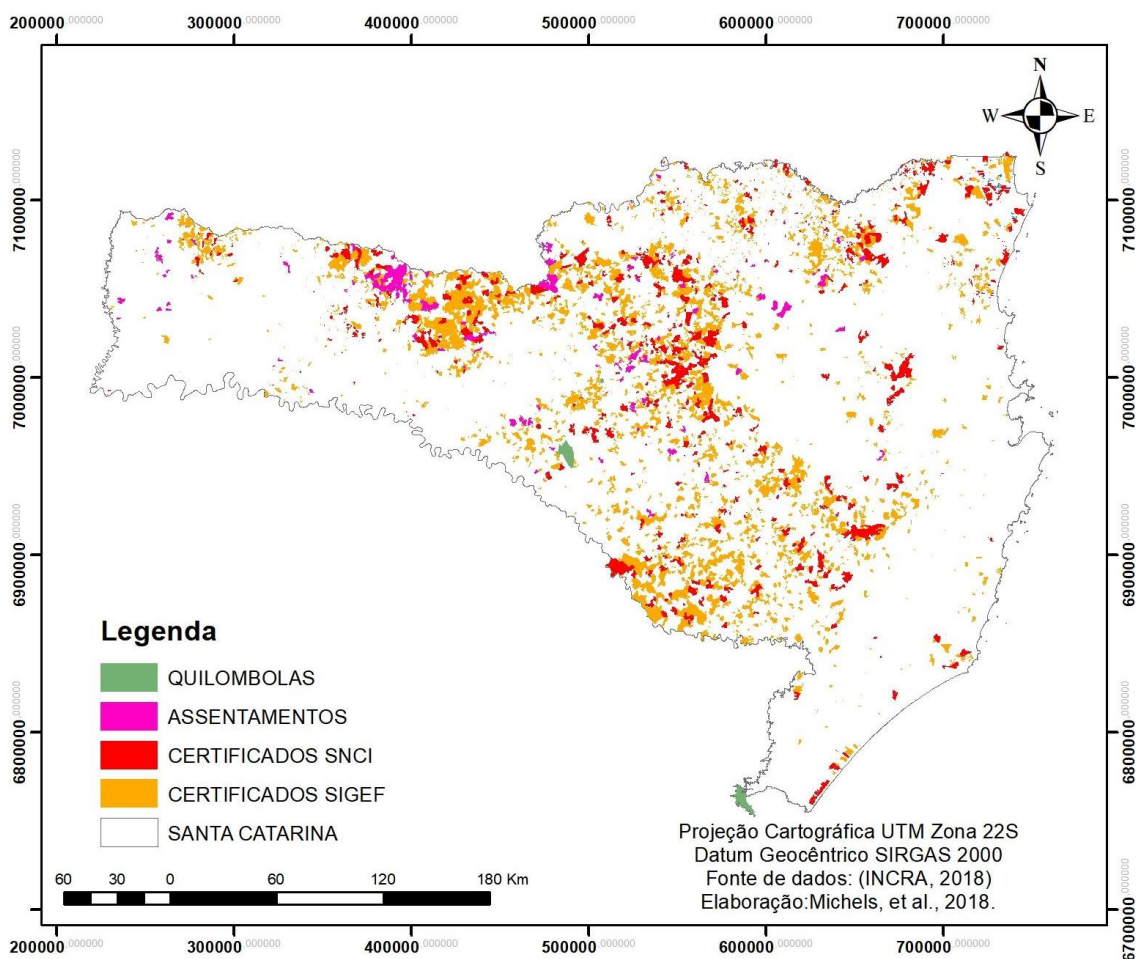


Figura 2 - Imóveis rurais certificados pelo SNCI e SIGEF no estado de Santa Catarina.
Fonte: Adaptado de INCRA (2018)

Segundo acervo disponibilizado pelo INCRA, o estado de Santa Catarina apresenta 8.834 imóveis rurais certificados, isso corresponde a aproximadamente 2,24% dos imóveis rurais.

Considerando que o estado de Santa Catarina possui a maioria dos imóveis classificados em minifúndios, muitos deles ainda possuem prazo para realizar o georreferenciamento e o cadastro no SIGEF/INCRA, conforme estabelece os decretos citados no Quadro 1. Com a aceitação e instituição da Norma de Execução nº 02 do INCRA os imóveis ainda não certificados (97,76%), poderão ser beneficiados pela utilização do RPA, uma vez que esse procedimento metodológico apresenta vantagens frente aos valores e agilidade no processo de

levantamento de dados.

3. RPA (AERONAVE REMOTAMENTE PILOTADA)

As RPAs (Remotely Piloted Aircraft) são denominadas como aeronaves remotamente pilotadas e não tripuladas de caráter não-recreativo. Na operação de uma RPA o piloto não está a bordo, porém controla sua aeronave remotamente por meio de uma interface qualquer (computador, simulador, dispositivo digital, controle remoto, etc. (DECEA, 2016).

3.1 Regulamentação do uso de RPA

É importante destacar a diferença entre aeromodelos e RPA. A primeira categoria de RPAs¹ se refere a todos os modelos com finalidade recreativa, já a segunda indica aeronaves com finalidades comerciais, corporativas e/ou experimentais.

A Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, é o órgão responsável pelos assuntos técnicos e operacionais ligados às condições das aeronaves, que envolve os processos de certificação, registro e cadastro e também à situação dos pilotos abrangendo as licenças, requisitos e cadastros dos equipamentos. Já ao Departamento de Controle do Espaço Aéreo - DECEA, cabe tratar do controle e acesso ao espaço aéreo.

3.2 Classificação dos RPAs

As aeronaves remotamente pilotadas (RPA), com finalidades comerciais, corporativas e experimentais estão atualmente divididas em três classes, de acordo com o peso de decolagem, no qual devem ser considerados os pesos da bateria ou combustível, do equipamento e de carga eventualmente transportada. Segundo a ANAC (2018), os RPAs são classificados da seguinte forma e cada um deve ter um documento ou cadastro específico:

- a) Classe 1 (peso máximo de decolagem superior a 150 kg);
- b) Classe 2 (peso máximo de decolagem superior a 25 kg e até 150 kg);
- c) Classe 3 (peso máximo de decolagem até 25 kg) - Operados além da linha visada visual (BVLOS) ou acima de 400 pés acima do nível do solo;

Na Classe 3 configura-se com peso máximo de decolagem acima de 250g até 25 kg e são Operados da linha de visada visual (VLOS) com até 400 pés acima do nível do solo.

3.3 Cadastro dos RPAs

Todos os RPAs que tiverem peso de decolagem acima de 250 g, sejam aeromodelos ou RPAs Classe 3, devem ser cadastrados no Sistema de Aeronaves Não Tripuladas (SISANT) da ANAC. O órgão deve expedir um número de identificação para a aeronave, que deve ser fixado no aparelho para o seu reconhecimento necessário.

3.4 Registro dos RPAs

A habilitação para RPAs varia de acordo com a altura em que o piloto do aeromodelo ou

¹ RPA são aeronaves remotamente pilotadas, portanto o piloto não está a bordo, mas controla sua aeronave remotamente de uma interface qualquer (computador, simulador, dispositivo digital, controle remoto). Possui de caráter não recreativo e para sua utilização, sendo utilizada para fins como experimentais, comerciais ou institucionais.

RPA pretende voar. Para aeronaves com até 250 g o documento é dispensado caso não passe do limite de 120 metros. Já os modelos da Classe 3 precisam de habilitação acompanhada de licença caso também ultrapasse a distância horizontal. Para as Classe 1 e 2 a emissão de licença e habilitação da ANAC é obrigatória, bem como o Certificado Médico Aeronáutico (CMA), também expedido pela mesma.

4. NORMA DE EXECUÇÃO Nº 2 DO INCRA

A Norma de Execução nº 2 do INCRA de 19 de fevereiro de 2018 estabelece critérios para avaliação de produtos gerados a partir de aerofotogrametria para determinação de coordenadas do vértice, as quais definem o limite de imóveis rurais.

4.1 Análise

A partir da publicação da Norma foi liberado o uso de aeronaves – tripuladas ou não – para levantamento de feições foto identificáveis para fins de georreferenciamento de imóveis rurais, com exceção para os vértices tipo M², que devem ser medidos e materializados em campo através de marcos. Ressalta-se que quando o limite já está consolidado por elemento físico, fica a critério do credenciado e dos proprietários a implantação dos marcos.

A referida norma traz as seguintes especificações:

1) Ao utilizar aerofotogrametria nos serviços de georreferenciamento deverá recolher anotação de responsabilidade técnica (ART) específica;

Sendo assim a partir da vigência da norma, os artigos citados reforçam que apenas os profissionais habilitados poderão executar o trabalho/levantamento utilizando como ferramenta a aerofotogrametria.

2) Os produtos obtidos por aerofotogrametria somente poderão ser utilizados nos serviços de georreferenciamento de imóveis rurais quando as feições definidoras dos limites forem foto identificáveis;

3) O *Ground Sample Distance* (GSD) deverá ser compatível com a feição a ser identificada;

No quesito estabelecido na norma, o GSD e as feições foto identificáveis são correlacionadas para que se estabeleça um padrão no momento da coleta das imagens, assegurando que a feição determinada por imagens aéreas realmente seja homóloga a feição em campo. Nesse sentido, o técnico deverá fazer um levantamento expedito visando o reconhecimento da área e suas feições, bem como identificação de vértices abaixo de vegetação, ainda será necessário utilizar equipamentos de topografia convencional.

4) Na utilização da aerofotogrametria para o georreferenciamento dos imóveis rurais, a Norma estabelece que deverá ser respeitada a precisão estabelecidas pelo INCRA em seu Manual Técnico de Posicionamento;

Os valores de precisão posicional são definidos pelo item 7.2 do Manual Técnico de Posicionamento do INCRA, devendo ser observados para vértices definidores de limites de imóveis as seguintes metragens: melhor ou igual a 0,50 m para vértices situados em limites artificiais; melhor ou igual a 3,00 m para limites naturais e melhor ou igual a 7,50 m para limites inacessíveis (INCRA, 2013b).

Em função do padrão de precisão, os métodos de posicionamento podem ou não ser

² Vértice cujo posicionamento é realizado de forma direta e é caracterizado (materializado) em campo por marco (INCRA, 2013).

aplicados a determinado tipo de limite. Resumidamente, na Figura 3 apresenta os métodos de posicionamento relacionados aos tipos de limites que podem ser usados:

Código	Método de Posicionamento	Aplicação
PG1	Relativo estático	Limite Artificial ou Natural
PG2	Relativo estático-rápido	Limite Artificial ou Natural
PG3	Relativo semicinemático	Limite Artificial ou Natural
PG4	Relativo cinemático	Limite Artificial ou Natural
PG5	Relativo a partir do código C/A	Limite Natural
PG6	RTK convencional	Limite Artificial ou Natural
PG7	RTK em rede	Limite Artificial ou Natural
PG8	Differential GPS (DGPS)	Limite Natural
PG9	Posicionamento por Ponto Preciso	Limite Artificial ou Natural
PT1	Poligonação	Limite Artificial ou Natural
PT2	Triangulação	Limite Artificial ou Natural
PT3	Trilateração	Limite Artificial ou Natural
PT4	Triangulateração	Limite Artificial ou Natural
PT5	Irradiação	Limite Artificial ou Natural
PT6	Interseção linear	Limite Artificial ou Natural
PT7	Interseção angular	Limite Artificial ou Natural
PT8	Alinhamento	Limite Artificial ou Natural
PA1	Paralela	Limite Artificial ou Natural
PA2	Interseção de Retas	Limite Artificial ou Natural
PS1	Aerofotogrametria	Limite Artificial ³ , Natural ou Inacessível
PS2	Radar aerotransportado	Limite Artificial ³ , Natural ou Inacessível
PS3	Laser scanner aerotransportado	Limite Artificial ³ , Natural ou Inacessível
PS4	Sensores orbitais	Limite Artificial ³ , Natural ou Inacessível

Figura 3 – Métodos de posicionamento para vértices de limite
 Fonte: Manual Técnico de Posicionamento do INCRA (2013b).

Os modelos RPAs, se enquadram na classe PS1, que corresponde a Aerofotogrametria e tem suas aplicações para limites artificiais, naturais ou inacessíveis.

5) Ser realizada a avaliação da acurácia posicional absoluta seguindo os seguintes critérios: utilização de no mínimo vinte pontos de verificação, os quais deverão ser identificados em campo, conforme a norma de execução.

- a) Teste estatístico, através do método de Shapiro-Wilk, que comprove a normalidade das discrepâncias posicionais planimétricas ao nível de confiança de 95%;
- b) Teste de tendência que comprove a não tendenciosidade, através do teste t-student, ao nível de confiança de 90%;
- c) 100% das discrepâncias posicionais devem ser menores ou iguais à precisão posicional correspondente a cada tipo de limite (vide item 7.2 do Manual Técnico de Posicionamento).

Pelo fato da Norma de Execução tratar diretamente a coleta de dados, se faz necessário a validação das informações produzidas pela técnica, com isso alguns recursos estatísticos foram determinados para certificar o mesmo, em linhas gerais para que o processo de georreferenciamento proceda ele deverá atender os resultados estipulados neste artigo na Norma.

6) Determinar que ao utilizar aerofotogrametria para fins de georreferenciamento de imóveis rurais, deverão ser arquivados e mantidos, pelo responsável técnico os seguintes materiais:

- a) Relatório de processamento do levantamento aéreo bem como os relatórios de processamento e ajustamento dos pontos de controle utilizados;
- b) Relatório de controle de qualidade posicional (Avaliação da acurácia posicional absoluta);
- c) Imagens ortorretificadas;
- d) Licença, habilitação e homologação das agências e órgão reguladores

Na Norma de Execução fica explícita a responsabilidade do técnico e seu dever quanto ao arquivamento de todos os dados de processamento, porém se em uma hipótese específica as pessoas jurídicas (empresas) entrassem em falência, quem seria responsável por ter esses arquivos, e em caso de sobreposição, qual seria o recurso do outro técnico e como ele teria formas de auditar os vértices do outro profissional.

Observa-se então a necessidade de criação de um setor ou órgão público responsável que armazene as informações coletadas e processadas pelos executores de georreferenciamento num banco de dados específico.

7) Definir um procedimento para que os vértices cujas coordenadas forem determinadas por aerofotogrametria, apresentem valores de precisão posicional preenchidos em acordo com os valores de *Root Mean Square* (RMS) obtidos no processo de avaliação da acurácia posicional;

8) Manter a restrição de aplicação de aerofotogrametria para determinação de vértices tipo M e permitir que seja utilizada para determinação de vértices em limites por cercas e vértices referentes a mudança de confrontação.

O Manual Técnico de Posicionamento publicado pelo INCRA em 2013, em seu capítulo 5º aborda o posicionamento por sensoriamento remoto onde determina as possibilidades para se obter a geometria dos elementos físicos de forma indireta com precisão e confiabilidade, devidamente avaliadas, tanto resultantes de sensores em nível orbital quanto aerotransportados, desde que atendam as precisões estabelecidas para cada tipo de vértice e que os profissionais envolvidos nesta área estejam credenciados ao órgão de regulamentação das atribuições (INCRA, 2013b)

Destaca-se que quando se trata de aerofotogrametria, faz-se necessário que a empresa especializada esteja credenciada e habilitada junto ao ministério de defesa, bem como tenha prévia homologação da ANAC.

No contexto das obrigatoriedades ressalta-se que o equipamento RPA deve estar credenciado junto à Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), o piloto e o seu equipamento devem estar cadastrados no SISANT, e os voos devem ser solicitados após planejamento ao DECEA – por meio do Sistema de Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro (SARPAS).

Em boa verdade o uso do RPA ocorrerá mais intensamente em dois tipos de vértices estabelecidos pela norma do INCRA, sendo ela aplicada a Vértices tipo “P” (Ponto) e tipo “V” (Virtual). Assim, obedecendo a 3ª Norma Técnica de Georreferenciamento de Imóveis Rurais, que traz em sua redação as precisões quanto aos limites de imóveis, sugere-se esquematicamente a relação plataforma e complexidades da cena em acordo com a Figura 4 (INCRA, 2013a).

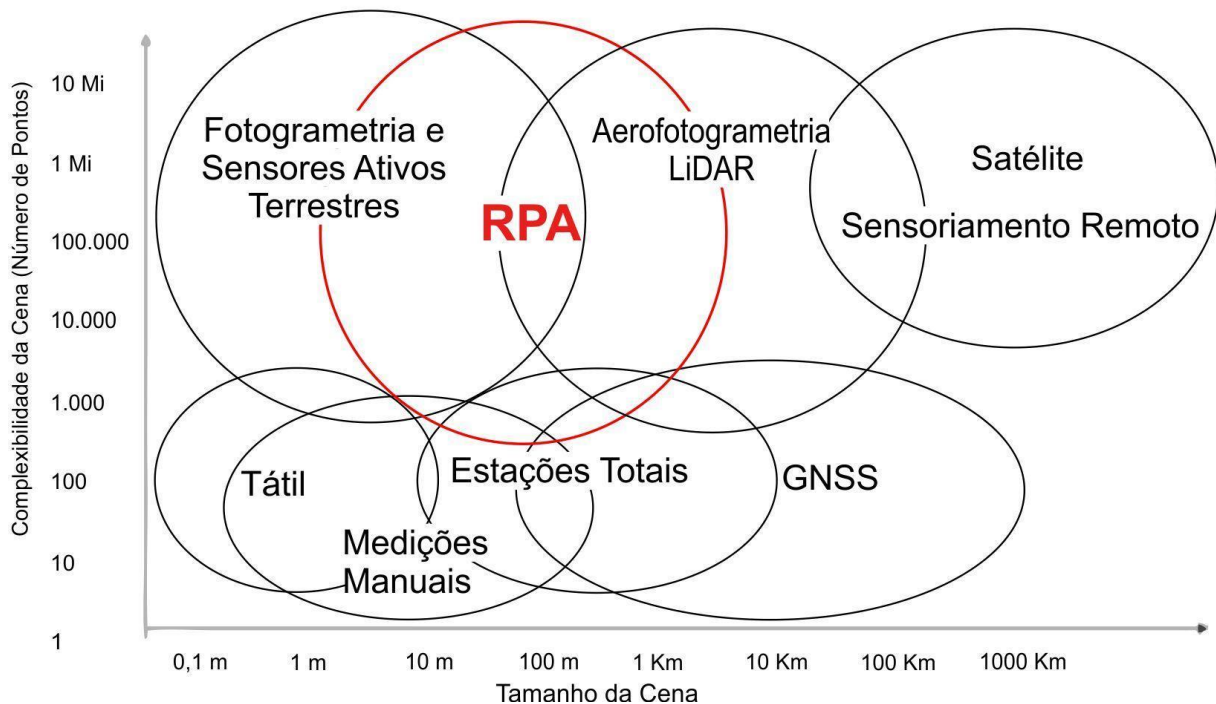


Figura 4 - Avaliação das técnicas de geomática, sensores e plataformas de acordo com a área da cena e seu nível de detalhamento.

Fonte: Adaptado de Nex e Remondino (2014)

Desta forma, observa-se o reconhecimento do INCRA, quando se trata da aplicação de RPAs como uma plataforma alternativa para a aquisição de dados espacializados para fins de georreferenciamento, ao observar que as técnicas em levantamento de dados vêm se modernizando. Portanto, é possível certificar que o RPA se apresenta como uma alternativa e supre uma lacuna grande, em se tratando de tamanho de cena e número de pontos, a qual existia entre a fotogrametria e sensoriamento remoto, em se tratando do assunto de aquisição de dados espaciais. Com isso, as relações apresentadas pela Figura 4, corroboram para tornar mais didático o potencial de aplicação dos procedimentos/sensores/equipamentos.

4.2 Validação

A verificação do uso de RPAs no georreferenciamento de imóveis rurais ocorreu após a realização de projetos pilotos efetuados pelo INCRA em Minas Gerais. A norma foi elaborada após a entrega do relatório técnico que atestou a qualidade dos produtos cartográficos obtidos através dos RPAs.

Em 2017, o INCRA realizou um aerolevanteamento topográfico do assentamento Jacaré Grande, localizado no município de Janaúba (MG). O trabalho foi o primeiro no estado executado com esse tipo de tecnologia e percorreu um total de 780 ha. Para tanto, foram determinados 20 pontos de controle, utilizados como parâmetros para a verificação do grau de precisão alcançado após o processamento das imagens. A precisão média obtida para o trabalho foi de 13,8 centímetros, tendo em vista que a precisão limite exigida pela norma técnica do INCRA é de 50 cm e o erro padrão mais restritivo de exatidão cartográfica dos produtos digitais no Brasil devem se enquadrar no 28 cm (INCRA, 2017).

Considerações Finais

Nos levantamentos de dados georreferenciados a utilização de RPAs se apresentou vantajosa em determinados casos, resultando na produção de elementos técnicos complementares tanto para a regularização fundiária de forma mais ágil como também aos levantamentos de dados especializados.

As imagens de alta resolução resultantes do aerolevante realizado por RPAs com as respectivas coordenadas geográficas (georreferenciados) e mapeamento detalhado da área possibilitam a elaboração de plantas e memorial descritivo das parcelas, que serão certificados pelo Sistema de Gestão Fundiária do INCRA (SIGEF). Tais documentos são requisitos básicos e fundamentais para a emissão dos títulos definitivos de domínio da terra, uma vez que precisam ser registrados em cartório (INCRA, 2017).

Com o estabelecimento recente da Norma de Execução do INCRA, o uso do RPA deve se tornar ainda mais frequente na aquisição de dados para fins de georreferenciamento de imóveis rurais, pelo tempo reduzido na obtenção e processamento dos dados. No que diz respeito ao processamento, ainda discutível se a relação tempo, pelo fato de se exigir mais recursos voltados a questão tecnológica (softwares específicos e hardwares com alto desempenho de processamento) e a capacitação especializada do recurso humano (técnicos capacitados e treinados).

O desenvolvimento do setor de RPA, demonstra que a esta tecnologia vem se mostrando um forte aliada das empresas, que buscam potencializar seus produtos com a agilidade na obtenção de informação especializada com técnicas fotogramétricas.

Ressalta-se que na elaboração de produtos cartográficos a partir de aerolevante feito com RPA serão necessárias constantes avaliações, uma vez que os usos destas plataformas podem se tornar atrativas para levantamentos e georreferenciamentos de pequenas áreas, ao observarmos – por exemplo – que o Estado de Santa Catarina se enquadra majoritariamente em minifúndios, os quais ainda não são enquadrados na obrigatoriedade do georreferenciamento, embora o prazo tenha sido adiado e em um futuro próximo estas propriedades deverão ser levantadas.

Nesse sentido, é importante que se observe e avalie a qualidade e acurácia geométrica dos produtos cartográficos gerados por RPAs e fiscalize os profissionais e empresas habilitados para o exercício da atividade.

Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Classificação de Drones (2018)**. Disponível em: <<http://www.anac.gov.br/assuntos/paginas-tematicas/drones/registros-e-certificados-de-drones>>. Acesso em: 21 mai. 2018.

BRASIL. Lei n. 4.504, de 30 de nov. de 1964. **Estatuto da terra**, Brasília, DF. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4504.htm>. Acesso em: 25 de maio de 2018.

BRITO, J.P.M. **Apreciações e Reflexões Sobre a Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais**. 2005. 122 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Disponível em:

<<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/103006/223212.pdf?sequence=1>>.
Acesso em: 21 mai. 2018.

DANTAS, Y.M.V. **Diretrizes para a integração do Cadastro Nacional de Imóveis Rurais – CNIR com o Cadastro Estadual Florestal de Imóveis Rurais – CEFIR e sua implicação no processo de averbação da Reserva Legal, no âmbito da Lei nº 10.267/01.** 2009. 171 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) – Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2009. Disponível em:

<https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/18497/1/DANTAS%2c%20Yse_Disserta%C3%A7%C3%A3o_2009.pdf>. Acesso em: 21 mai. 2018

DEPARTAMENTO DE CONTROLE DO ESPAÇO AÉREO BRASILEIRO - DECEA. ICA 100-40 - **Sistemas de Aeronaves Remotamente Pilotadas e o Acesso ao Espaço Aéreo Brasileiro** (2016). Disponível em: <http://legisladrone.com.br/wp-content/uploads/2017/12/ica_100-40_20170310.pdf>. Acesso em: 21 mai. 2018

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Módulos fiscais.** (2018). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/codigo-florestal/area-de-reserva-legal-arl/modulo-fiscal>>. Acesso em: 25 de maio de 2018.

GALLACHER, D. **Ecological Monitoring of Arid Rangelands using Micro-UAVs (drones).** 2015. Conference paper: Sixth Health and Environment Conference, HBMSU Congress, At Dubai, UAE. DOI: 10.13140/RG.2.1.3107.4002.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA - INCRA. **Uso de Veículos Aéreos Não Tripulados oferece qualidade e precisão de dados** (2017). Disponível em: <<http://www.incra.gov.br/node/30811>>. Acesso em: 21 mai. 2018.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA - INCRA. **Norma Técnica para Georreferenciamento de Imóveis Rurais.** 3ed. Brasília, 2013a. Disponível em: <<http://www.incra.gov.br/media/institucional/norma%20tecnica%20para%20georreferenciamento%20de%20imoveis%20rurais%203%20edi%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2018

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA - INCRA. **Manual Técnico de Posicionamento - Georreferenciamento de Imóveis Rurais.** 1ed. Brasília, 2013b. Disponível em: <http://www.incra.gov.br/sites/default/files/uploads/estrutura-fundiaria/regularizacao-fundiaria/certificacao-de-imoveis-rurais/manual_tecnico_de_posicionamento_1_edicao.pdf>. Acesso em 20 mai. 2018.

JATAHY, D.C.; LOCH, C. O cadastro técnico multifinalitários na gestão territorial de áreas metropolitanizadas. In: **Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial.** 2016. Florianópolis. *Anais...* Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2016. Disponível em: <www.ocs.cobrac.ufsc.br/index.php/cobrac/cobrac2016/paper/download/360/90> Acesso em: 21 mai. 2018.

LOCH, C.; ERBA, D. A. **Cadastro Técnico Multifinalitário Rural e Urbano**. 1. ed. Cambridge: Lincoln Institute of Land Policy, 2007. v. 1000. 161 p.

LOCH, C. **Monitoramento Global Integrado de Propriedades Rurais à Nível Municipal Utilizando Técnicas de Sensoriamento Remoto**. Florianópolis: UFSC, 1990. 137 p.

LOCH, C.; NEUMMANN, P. S.; BERNARDY, R.; DALOTTO, R. S.; ZAMPIERI, S. L.; SEIFFERT, W. Q. **O cadastro técnico multifinalitário rural (CTMR): uma ferramenta para promover o desenvolvimento local sustentável**. In: Revista Extensão Rural, Santa Maria, v. 7, n. 1, p. 38-64, 2000.

LOCH, C. Cadastro Técnico Multifinalitário: Instrumento de Política Fiscal e Urbana. In: **Cadastro multifinalitário como instrumento da política fiscal e urbana, Escola Nacional de Administração Pública - ENAP**, Brasília, DF, 2005.

NEX, F.; REMONDINO, F. **UAV for 3D mapping applications: A review**. *Applied Geomatics*. 2014. v. 6(1), p. 1–15. Disponível em: <<http://doi.org/10.1007/s12518-013-0120-x>>. Acesso em: 23 abr. 2018.

OLIVEIRA, V.R. **Processo para certificação de imóveis rurais**. 2016. 37 p. Monografia (Bacharel em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2016. Disponível em: <<http://www.ufmt.br/fenf/arquivos/eae23b93a14f24b5741068fd3da1326b.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2018.

PARZANINI, P. D. **Georreferenciamento de imóveis rurais em Minas Gerais**. 2007. 36f. Monografia (Especialista em Geoprocessamento) – Departamento de Cartografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007. Disponível em: <<http://www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/publicacoes/PedroDonizete.pdf>>. Acesso em: 22 mai. 2018.

PÉREZ, M.; AGÜERA, F.; CARVAJAL, F. **Low Cost Surveying Using an Unmanned Aerial Vehicle**. International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing. 2013. XL(September), p. 4–6, DOI: 10.5194/isprsarchives-XL-1-W2-311-2013.

SMACZYŃSKI, M.; GULIJ, B. M. **Low aerial imagery – an assessment of georeferencing errors and the potential for use in environmental inventory**. 2017. Geodesy And Cartography. VOL. 66, No 1, pp 99-104. Polish Academy of Sciences DOI: 10.1515/geocart-2017-0005.

SISTEMA NACIONAL DE CADASTRO RURAL - SNCR. **Cadastro de Imóveis Rurais - Situação Jurídica - Titularidade Particular e Pública (2016)**. Disponível em: <http://www.incr.gov.br/sites/default/files/uploads/estrutura-fundiaria/estat-sticas-de-imveis-rurais-/cadastro_imoveis_rurais_sc_geral_pub_e_priv.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2018

STĘPIEŃ, G.; SANECKI, J.; KLEWSKI A.; BECZKOWSKI, K. **Wyznaczenie granic**

użytków rolnych z wykorzystaniem bezzałogowych systemów latających. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, n. nr III/2, p. 1011--1024, 2016.DOI: 10.14597/infraeco.2016.3.2.074

TOLEDO, B.H.C.; BERTOTTI, L.G. Breve histórico da certificação de imóveis rurais no Brasil e apresentação do Sistema de Gestão Fundiária – SIGEF. **Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**. Guarapuava. v.10, n.3, p. 839 - 847 Set/dez. 2014.

Disponível em:

<<https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/viewFile/2815/2382>>. Acesso em 08 mai. 2018.

ZALAS, E.; SANECKI, J.; KLEWSKI, A.; STĘPIEŃ, G. **Determining the Spatial Orientation of Remote Sensing Sensors on the Basis of Incomplete Coordinate systems**. 2016. Scientific Journals of the Maritime University of Szczecin, v. 45, n. 117, p. 29–33, DOI: 10.17402/082.

ZHANG, C.; KOVACS, J. M. **The Application of Small Unmanned Aerial Systems for Precision Agriculture: A review**. **Precision Agriculture**. 2012. v. 13(6), p. 693–712. Disponível em: <<http://doi.org/10.1007/s11119-012-9274-5>>. Acesso em: 18 de mai. de 2018