

**ANÁLISE DA ACURÁCIA POSICIONAL DO MAPEAMENTO DE 2012-2015 DO  
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO COM VISTAS AO CADASTRO E  
GEORREFERENCIAMENTO DE IMÓVEIS RURAIS**

**ANALYSIS OF THE POSITIONAL ACCURACY OF THE 2012-2015 MAPPING OF  
THE STATE OF ESPÍRITO SANTO WITH A VIEW TO THE REGISTRATION AND  
GEOREFERENCE OF RURAL PROPERTIES**

**Raiana Pereira Barbara Helmer** <sup>1</sup>

Instituto Federal do Espírito Santo – IFES  
raiana.pereira@vilavelha.es.gov.br

**Wimerson Sanches Bazan** <sup>2</sup>

Instituto Federal do Espírito Santo – IFES  
wimerson.bazan@ifes.edu.br

**RESUMO:** O Georreferenciamento de Imóvel Rural (GIR) envolve posicionamento, delimitação e confrontação das propriedades para cadastramento e regularização fundiária, obrigatório pela lei nº 10.267/01. O INCRA publicou a 2ª edição do “Manual Técnico Para Georreferenciamento de Imóveis Rurais” em 2022, permitindo o uso de aerofotogrametria para certos limites, desde que os produtos fotogramétricos possuam qualidade posicional absoluta compatível, aferida de acordo com os preceitos estabelecidos pelo Decreto nº 89.817/89 e a Norma ET-ADGV DEFESA F Ter de 2016. Uns dos testes feitos é o teste *Shapiro-Wilk* deve ser aplicado para testar a normalidade das discrepâncias posicionais dos dados, conforme a Norma de Execução INCRA/DF/Nº 02/2018. Neste sentido, o escopo deste trabalho compreendeu a avaliação posicional, de forma amostral, dos produtos fotogramétricos do mapeamento do Espírito Santo (2012-2015), resultando que a aerofotogrametria é uma alternativa viável, embora com variações regionais na qualidade posicional, necessitando avaliação caso a caso conforme os padrões da norma.

Palavras-chave: Cadastramento e regularização fundiária; INCRA; Padrão de exatidão cartográfica; Norma de Execução INCRA/DF/Nº 02/2018; Produtos fotogramétrico

**ABSTRACT:** The Georeferencing of Rural Property (GIR) involves positioning, delimiting, and confronting properties for registration and land regularization, mandatory by law nº 10.267/01. INCRA published the 2nd edition of the “Technical Manual for Georeferencing Rural Properties” in 2022, allowing the use of photogrammetry for certain boundaries, provided that photogrammetric products have compatible absolute positional quality, measured according to the principles established by Decree nº 89.817/89 and the ET-ADGV DEFESA F Ter Standard of 2016. The *Shapiro-Wilk* test must be applied to test the normality of positional discrepancies in the data, according to Execution Standard INCRA/DF/Nº 02/2018. In this context, the scope of this work included the positional evaluation, on a sample basis, of the photogrammetric products from the mapping of Espírito Santo (2012-2015), resulting in photogrammetry being a viable alternative, although with regional variations in positional quality, requiring case-by-case evaluation according to the standard's criteria.

Keywords: Land registration and regularization; INCRA, Cartographic accuracy standard; Execution Norm INCRA/DF/ 02/2018; Photogrammetric Products

1 Autora, Bacharela em Geografia pela UFES

2 Professor orientador, mestre em Ciências Cartográficas pela UNESP.

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a Lei nº. 10.267/01 torna obrigatório o Georreferenciamento de um Imóvel Rural (GIR). Esse processo inclui as etapas de posicionamento, delimitação e confrontação da propriedade, com o objetivo de cadastramento e regularização fundiária. (ALVES; SOUZA; ARAÚJO, 2017). Sem o devido georreferenciamento, não é possível realizar a escrituração ou efetuar alterações nas matrículas das propriedades, tais como mudança de titularidade, rememoração, desmembramento, parcelamento ou modificação de área (MENZORI, 2017; REYDON et al. 2017). Existe no país um decreto presidencial nº 89.817/84, nele garante a conformidade legal, segurança e clareza, da instituição do Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC), e que recentemente atualizado para Padrão de Exatidão Cartográfica dos Produtos Cartográficos Digitais (PEC-PCD) pela Diretoria do Serviço Geográfico (DSG), que já conta com sua 2ª edição da norma Especificação Técnica Para Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais de Defesa da Força Terrestre (ET-ADGV DEFESA F Ter, DSG, 2016), com o indicador estatístico utilizado como valor padrão para classificar dados planialtimétricos de acordo com sua qualidade posicional.

Em acolhimento ao que preconiza a referida lei 10.267/01, o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), sendo responsável pela gestão e implantação das diretrizes, publicou o Manual Técnico para Georreferenciamento de Imóveis Rurais, já em sua 2ª Edição, que estabelece as condições para a execução dos serviços. Por este manual, fica explícita a obrigatoriedade de descrição dos limites do imóvel, suas características e confrontações por meio de um memorial descritivo que deve ser produzido por um profissional habilitado (ANTUNES, 2017).

O Manual Técnico para Georreferenciamento de Imóveis Rurais, menciona em sua seção 3.4 a possibilidade de posicionamento por aerofotogrametria para alguns tipos de limites específicos, desde que os produtos fotogramétricos possuam qualidade posicional absoluta compatível com os critérios de qualidade exigidos, de acordo com os preceitos estabelecidos pelo Decreto nº. 89.817/89 e normatizados pela ET-ADGV e ET-CQDG – que versam sobre o Controle Qualidade de Dados Geoespaciais. Os principais produtos fotogramétricos são: Ortomosaico, Ortofotocarta, Modelo Digital de Terreno – MDT, Modelo Digital de Superfície – MDS, Curvas de nível, Pontos Cotados, etc., que podem ser adotados, segundo o manual do INCRA, para auxiliar na identificação e posicionamento das seguintes feições: limites definidos por cercas, muros, estradas e ferrovias, cursos d'água. E limites inacessíveis, as linhas de cumeadas, áreas

alagadiças, divisor de águas, cristas de encostas e talvegues (Manual Técnico para Georreferenciamento de Imóveis Rurais, 2022).

A Norma de Execução INCRA/DF/Nº 02/2018 define os critérios para a devida avaliação e utilização de produtos aerofotogramétricos no posicionamento dos vértices definidores de limites de imóveis rurais, em atendimento ao parágrafo 3º do Art. 176 da lei nº 6.015/1976, mencionando, inclusive, que o teste estatístico *Shapiro-Wilk* deve ser aplicado para testar a normalidade das discrepâncias posicionais dos dados. Ademais, esta normatização menciona que os produtos obtidos por aerofotogrametria somente poderão ser adotados quando as feições definidoras dos limites forem fotoidentificáveis, sendo assim, o *Ground Sample Distance* (GSD) deve ser compatível com a feição a ser identificada, devendo ainda ser obedecido o limite de precisão estabelecido para o limite a ser posicionado (INCRA, 2018), conforme as exigências definidas posteriormente no item 1.4.4 do Manual Técnico em 2022.

Para avaliação da qualidade posicional absoluta dos produtos, deve-se adotar o uso de pontos de verificação recolhidos em campo com aparelho GNSS (Sistema Global de Navegação por Satélite), seus pontos homólogos no produto, respeitando a proporcionalidade da área, suas características geográficas e perfeitamente identificadas, com o objetivo de determinar a classe de qualidade do produto para uma determinada escala, baseado nos parâmetros definidores do PEC/PCD e no decreto 89.819/84 (ET-CQDG. 2016).

No estado do Espírito Santo, o Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA) contratou no ano de 2012 o serviço aerofotogrametria para que fosse produzido o mapeamento do estado em resolução espacial compatível com um GSD igual a 0,25m. Além do imageamento, este projeto compreendeu todas as etapas exigidas na geração de produtos fotogramétricos precisos e em alta resolução espacial, a citar: aerotriangulação, geração do MDS, MDT e Ortofotomosaico. Para conhecer o potencial de uso de dados de aerofotogrametria como alternativa ao posicionamento de certos tipos de limites de propriedades na atividade de Georreferenciamento de Imóveis Rurais, levantam-se as seguintes hipóteses: os produtos fotogramétricos relativos ao mapeamento de 2012-2015 no Estado do Espírito Santo, quando devidamente avaliados, atendem aos critérios estabelecidos pela Norma de Execução INCRA/DF/Nº 02/2018; além disso, o mapeamento realizado no período de 2012 a 2015 pode ser utilizado para o levantamento de determinados tipos de limites especificados pela referida Norma do INCRA.

## 2. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

### 2.1. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 2.1.1. Uso do PEC-PCD e dos Testes de Tendência (t-student) e Precisão (qui-quadrado)

O Decreto 89.817/84 define que “90% dos pontos bem definidos em uma carta, não deverão apresentar erro superior ao Padrão de Exatidão Cartográfica – PEC. A probabilidade de 90% corresponde a 1,6449 vezes o Erro Padrão - EP ( $PEC = 1,6449 \times EP$ ). A Tabela 1 resume os critérios para classificação de produtos planialtimétricos, quanto as cartas, segundo sua exatidão, são classificadas em A, B, C e D, como função da escala cartográfica do produto (EC) e da equidistância vertical das curvas de nível (Eqd).

Tabela 1- Classes de Exatidão Cartográfica.

Classe PEC		Planimetria		Altimetria (MDE, MDS, MDT, pontos cotados)	
Dec. 89.817/84	PCD	PEC (mm)	EP (mm)	PEC (mm)	EP (mm)
-	A	0,28 / Ec	0,17 / Ec	0,27 x Eqd	1/6 x Eqd
A	B	0,50 / Ec	0,30 / Ec	1/2 x Eqd	1/3 x Eqd
B	C	0,80 / Ec	0,50 / Ec	3/5 x Eqd	2/5 x Eqd
C	D	1,00 / Ec	0,60 / Ec	3/4 x Eqd	1/2 x Eqd

Fonte: Baseado no Decreto 89.817/84 e norma ET-ADGV.

O controle de qualidade posicional afere se os produtos cartográficos estão de acordo com a acurácia requerida, tendo em vista o seu propósito de uso. Segundo Merchant (1982) a análise estatística da qualidade geométrica de um produto cartográfico é realizada por meio da análise de exatidão e de tendência, esta última usada para verificar erros sistemáticos. Estas análises são realizadas através de testes de hipóteses sobre a média e o desvio padrão amostral dos resíduos, obtidos pela diferença entre as coordenadas de referência (campo) e da imagem ou mapa.

Os erros aleatórios, associados à precisão, tendem a se comportar de forma normal, o que pode ser aferido por um teste de normalidade como, por exemplo, o *Shapiro-Wilk*, adotado por Santos et al (2016), implementado no aplicativo GeoPEC. Para produtos fotogramétricos, os testes de hipótese são realizados com base na média ( $\overline{\Delta_E}, \overline{\Delta_N}, \overline{\Delta_H}$ ) e desvio-padrão amostral ( $\overline{S_{\Delta_E}}, \overline{S_{\Delta_N}}, \overline{S_{\Delta_H}}$ ) das

discrepâncias ( $\Delta_E, \Delta_N, \Delta_H$ ) entre os pontos de verificação medidos sobre o Ortofomosaico (E, N) e MDE (H) e seus respectivos valores de referência.

Quanto a análise de uma possível tendência é feita pelo uso da distribuição “*t-student*” (t) que verifica estatisticamente se ( $\overline{\Delta_E} = 0, \overline{\Delta_N} = 0, \overline{\Delta_H} = 0$ ), com base no teste de hipóteses do Quadro 1.

Quadro 1 – Teste *t-student* e hipóteses para análise de tendência

$t_E = \frac{\overline{\Delta_E}}{S_{\Delta E}} \sqrt{n} \Rightarrow  t_E  < t_{(n-1, \frac{\alpha}{2})} \Rightarrow H_0: \overline{\Delta_E} = 0, \text{ contra } H_1: \overline{\Delta_E} \neq 0$
$t_N = \frac{\overline{\Delta_N}}{S_{\Delta N}} \sqrt{n} \Rightarrow  t_N  < t_{(n-1, \frac{\alpha}{2})} \Rightarrow H_0: \overline{\Delta_N} = 0, \text{ contra } H_1: \overline{\Delta_N} \neq 0$
$t_H = \frac{\overline{\Delta_H}}{S_{\Delta H}} \sqrt{n} \Rightarrow  t_H  < t_{(n-1, \frac{\alpha}{2})} \Rightarrow H_0: \overline{\Delta_H} = 0, \text{ contra } H_1: \overline{\Delta_H} \neq 0$

Fonte: Bazan (2023)

A  $H_0$  (hipótese nula) é aceita quando o valor em módulo do “t”, calculado a partir de ( $\Delta_E, \Delta_N, \Delta_H$ ), é inferior ao valor teórico de “t”, com (n - 1) graus de liberdade e um nível confiança (1- $\alpha$ ) = 90%, sendo  $\alpha$  o nível de significância. Caso contrário, aceita-se  $H_1$  (hipótese alternativa).

Outra etapa é a análise da precisão é feita com base na distribuição “qui-quadrado” ( $\chi^2$ ), que verifica estatisticamente se ( $\overline{S_{\Delta E}} = \sigma_E, \overline{S_{\Delta N}} = \sigma_N, \overline{S_{\Delta H}} = \sigma_H$ ), baseado no teste de hipóteses do Quadro 2, sendo ( $\sigma_E, \sigma_N, \sigma_H$ ) o erro padrão esperado (EP planimétrico e altimétrico – Tabela 1)

Quadro 2 – Teste *qui-quadrado* e hipóteses para análise da precisão

$\chi_E^2 = \frac{S_{\Delta E}^2}{\sigma_E^2} (n - 1) \Rightarrow \chi_E^2 \leq \chi^2_{(n-1, \alpha)} \Rightarrow H_0: S_{\Delta E}^2 = \sigma_E^2, \text{ contra } H_1: S_{\Delta E}^2 > \sigma_E^2$
$\chi_N^2 = \frac{S_{\Delta N}^2}{\sigma_N^2} (n - 1) \Rightarrow \chi_N^2 \leq \chi^2_{(n-1, \alpha)} \Rightarrow H_0: S_{\Delta N}^2 = \sigma_N^2, \text{ contra } H_1: S_{\Delta N}^2 > \sigma_N^2$
$\chi_H^2 = \frac{S_{\Delta H}^2}{\sigma_H^2} (n - 1) \Rightarrow \chi_H^2 \leq \chi^2_{(n-1, \alpha)} \Rightarrow H_0: S_{\Delta H}^2 = \sigma_H^2, \text{ contra } H_1: S_{\Delta H}^2 > \sigma_H^2$

Fonte: Bazan (2023)

A  $H_0$  é aceita quando o valor do  $\chi^2$ , calculado a partir de ( $\overline{S_{\Delta E}}, \overline{S_{\Delta N}}, \overline{S_{\Delta H}}$ ) e ( $\sigma_E, \sigma_N, \sigma_H$ ), é menor ou igual ao valor teórico do  $\chi^2$ , para n pontos de verificação e nível de significância  $\alpha$ . Caso contrário, aceita-se  $H_1$ .

## **2.1. 2. Especificações do Manual Técnico para o Georreferenciamento de Imóveis Rurais e da Norma de Execução INCRA N° 02/2018**

O uso de aerolevanteamento para o cadastramento de imóveis rurais é mencionado na seção 3.4 da 2ª Edição do Manual Técnico para o Georreferenciamento de Imóveis Rurais publicado pelo INCRA, contanto que a resolução espacial do produto fotogramétrico, função do GSD, seja suficiente para a correta identificação e posicionamento da feição de limite, além do que o posicionamento resultante deve atender aos critérios e precisão estabelecidos pela norma, definidos em função do tipo de limite, conforme a seção 1.4.4 da norma (Manual Técnico 2022).

Essas exigências estabelecem que a precisão deve ser melhor ou igual a 0,50 m para pontos artificiais, melhor ou igual a 3,00 m para pontos naturais, e melhor ou igual a 7,50 m para pontos inacessíveis (seção 3.6.2 da norma). Os tipos de vértice que podem ser posicionados por aerofotogrametria são do tipo virtual (V) (seção 3.7 da norma), o que significa que este vértice não pode ser ocupado e muito menos materializado. No que diz respeito ao tipo e limite, a fotogrametria pode ser adotada na definição dos seguintes tipos: Artificial, com exceção dos vértices tipo M (marco monumentado); natural ou inacessível (seção 3.6.2) (Manual Técnico 2022).

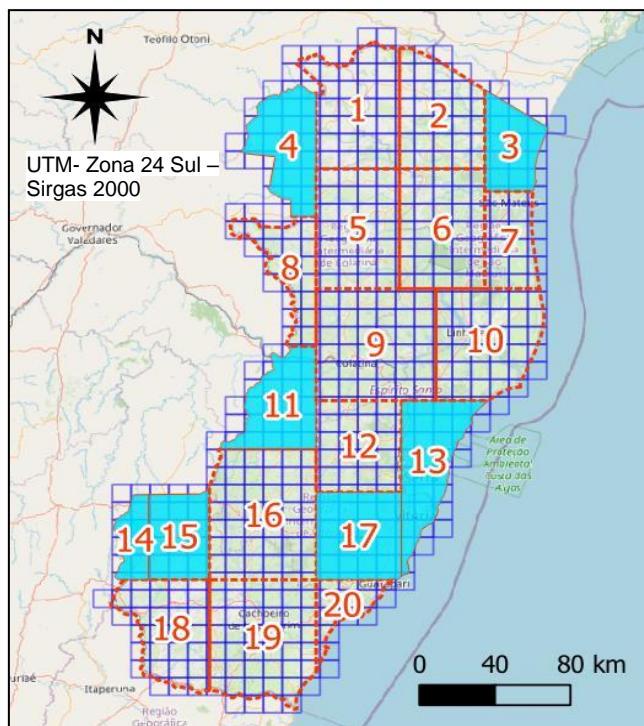
Ressalta-se ainda que a etapa de avaliação da acurácia posicional de produtos fotogramétricos deve atender também aos preceitos da Norma de Execução INCRA N° 02/2018, que estabelece um quantitativo mínimo de 20 pontos verificação para o controle de qualidade, mas Manual Técnico 2022, com base na ET-CQDG. 2016, fica claro que o tamanho da amostra é determinado pelo processo de avaliação, onde não prevê um número mínimo de pontos de verificação necessários à comprovação da acurácia (ET-CQDG. 2016). Exigi ainda que se realize o teste de normalidade *Shapiro-Wilk*, com nível de confiança de 95%, para aferir a normalidade das discrepâncias posicionais entre as coordenadas medidas e as de referência. Esta norma solicita ainda que o teste de tendência *t-Student* seja aplicado com nível de confiança de a 90% para que se comprove a não tendenciosidade dos dados – este teste foi apresentado na seção 2.1.1. deste artigo – exigindo também que 100% das discrepâncias posicionais sejam menores ou iguais a precisão definida para o tipo de vértice de limite que se dejesa identificar e posicionar.

## 2.2. MATERIAIS E MÉTODOS

Todo material utilizado neste estudo foi disponibilizado pelo Instituto Jones dos Santos Neves. A maior parte dos dados foi acessada pela plataforma GEOBASES na web (<https://geobases.es.gov.br/>), com exceção das monografias dos pontos de apoio/verificação que foram disponibilizadas em mãos. Pelo GEOBASES, pôde-se acessar todo acervo referente ao projeto de mapeamento do estado entre os anos 2012-2015, o que inclui: *Tiles* de Ortofotomosaico, *Tiles* de MDS, *Tiles* de MDT, arquivos vetoriais das quadriculas de dimensões 10x10 km<sup>2</sup> (dimensão de cada *Tile*), arquivo vetorial da divisão do estado por blocos.

Para que se pudesse viabilizar a execução deste estudo, a etapa de experimentação foi realizada com base em uma amostra menor, estrategicamente selecionada, contemplando amostras ao longo de todo o estado (Figura 1), abrangendo desde as regiões mais acidentadas – áreas montanhosas na fronteira com Minas Gerais, quanto regiões pouco acidentadas – áreas ao longo do litoral, a fim de se verificar a influência das características geográficas de cada área na qualidade posicional dos produtos fotogramétricos.

Figura 1- Blocos amostrais selecionados para realização do estudo



Fonte: Autora

Para conduzir esta pesquisa, os seguintes procedimentos foram executados:

1. Seleção do bloco para as análises do PEC-PCD, seguido de análise do imageamento de cada bloco, uma vez que o estado é dividido em blocos e estes são subdivididos em quadrantes de 10x10 km<sup>2</sup> (Figura 01);
2. Medição dos pontos de verificação sobre os produtos fotogramétricos dentro do ambiente do software QGIS, tomando como base as monografias dos pontos verificação, (Figura 02);
3. Extração das coordenadas E, N, H dos pontos medidos manualmente sobre os produtos pelo uso da calculadora de campo da tabela de atributos no QGIS (Figura 03);
4. A análise do Controle de qualidade posicional conforme o Decreto 89.817/84 atualizado e a norma ET-CQDG (DSG, 2026) para Produtos Cartográficos Digitais (PEC/PCD) e análise com Norma de Execução INCRA N° 02/2018 (Figura 04 e 05).

Figura 02 – Esquerda Relatório de ponto de apoio terrestre, direita ortomosaico com ponto verificação no produto



Fonte: Adaptado de GEOBASES



Figura 03 –MDS e MDT, disponível pelo sistema GEOBASES e a tabela de atributos com as coordenadas medidas e de campo.

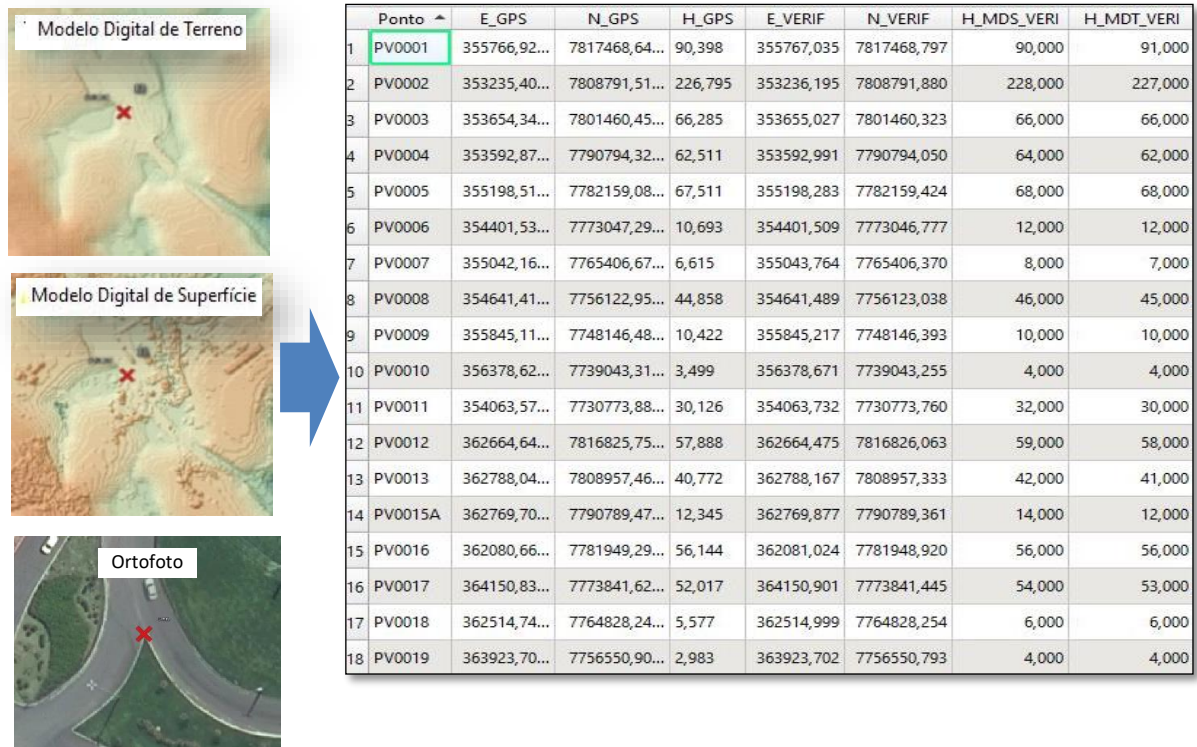
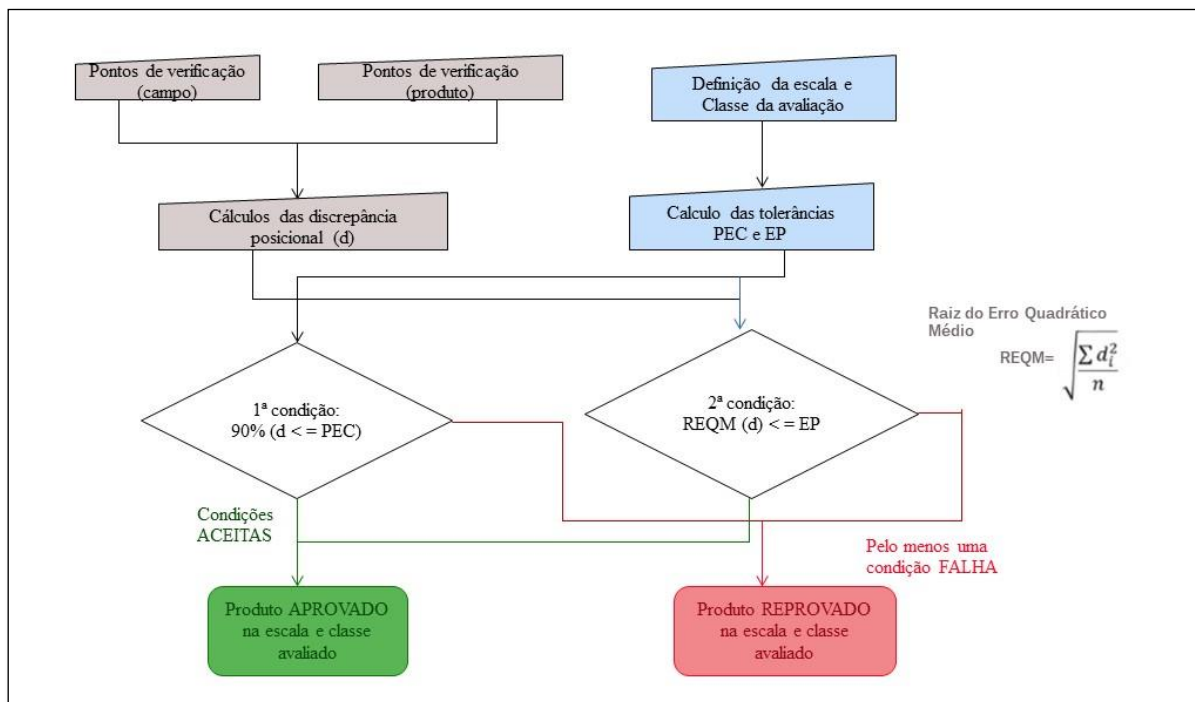
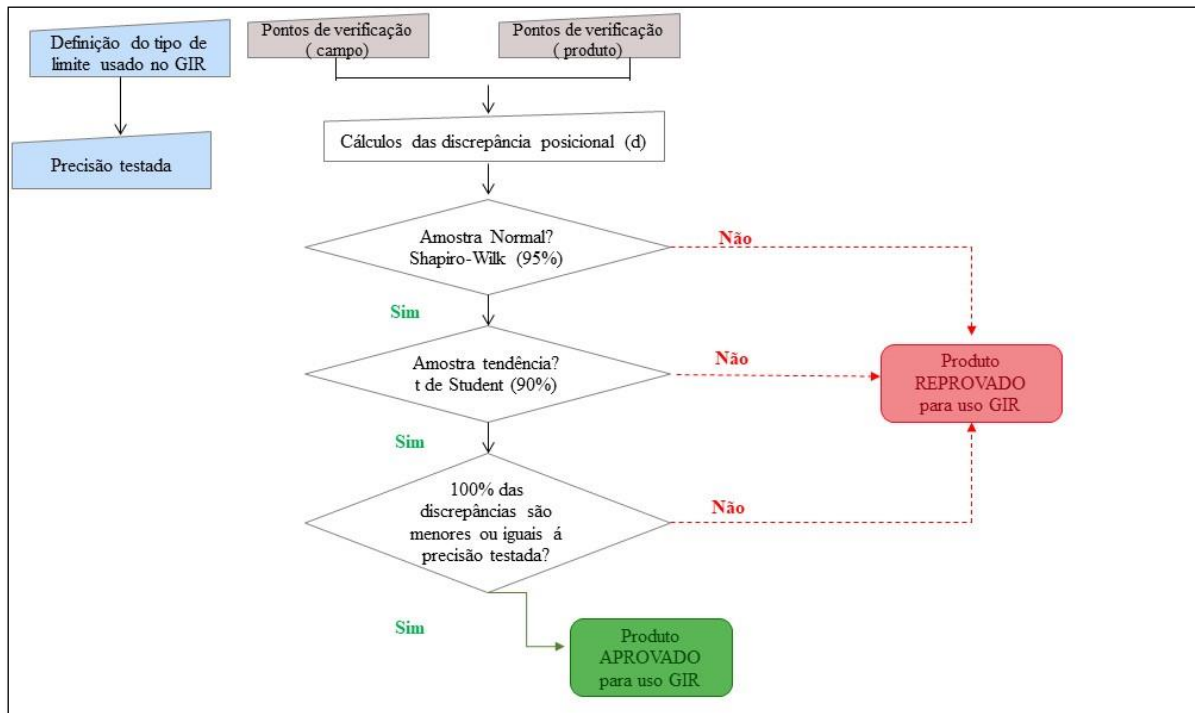


Figura 04 – Fluxograma de aplicação ET-CQDG (DSG, 2016)



Fonte: Adaptado de Santos (2008).

Figura 05 – Fluxograma de aplicação Norma de Execução INCRA nº 02 2018



Fonte: Adaptado de Santos (2008).

### 2.2.1. Dados Utilizados

Os dados utilizados neste trabalho foram:

- 183 de um total 547 *tiles* de ortomosaico em quadrantes 10x10 km<sup>2</sup> do projeto de aerolevante Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA 2012-2015, com escala de 1:25.000, em tiff, multiespectral, resolução espacial GSD 0,25 m, e a mesmo número dos quadrantes para o MDS e MDT
- 219 pontos de verificação recolhidos em campo foram inseridos nos produtos. Na Tabela 2, demonstra como ficou distribuídos pelos blocos.

Tabela 2- Números de pontos utilizados em cada blocos.

Bloco	Bloco 03	Bloco 04	Bloco 11	Bloco 13	Bloco 14	Bloco 15	Bloco 17
<b>Pontos de Verificação</b>	30	31	37	35	12	31	43

Fonte: autora

### 3 RESULTADOS

O procedimento de controle de qualidade da exatidão cartográfica foi calculado no software Libre Office Calc disponibilizada por Bazan (2023) uma planilha criada conforme os parâmetros do Decreto 89.817/84 atualizado e a norma ET-CQDG (DSG, 2026), comparando os pontos levantados pontos verificação (campo), e os pontos verificação (produtos) identificados visualmente nos ortomosaicos com auxílio dos relatórios de campo. Seguindo os cálculos descritos anteriormente, a qualidade geométrica era rotulada nas classes A, B, C ou D em função dos testes de exatidão e de tendência para cada bloco com escala de melhor apuração.

Para obter o controle de qualidade com os parâmetros que são obrigatórios pela Norma de Execução (N.E) INCRA nº 02\2018 e Manual Técnico de Georreferenciamento do INCRA - 2ª edição, 2022 foi utilizado o programa GeoPec a versão 3.6 - 2023. Este aplicativo foi desenvolvido por Santos (2008), fornece ao usuário uma ferramenta amigável e de fácil utilização para a verificação da qualidade de produtos cartográficos com base nas normas.

Segue os resultados alcançados no controle de qualidade dos Ortomosaico, MDS e MDT:

**Bloco 3:** Por meio de testes a escala cartográfica do produto ( $E_c^p$ ) planimétrica foi definida como 1:8.000 e a altimetria MDS e MDT com equidistância vertical ( $Eq_{dp}$ ) de 6 metros, compatível com  $E_c^p$  de 1:12.000. O teste PEC-PCD para a Bloco 03 (Tabela 3) foi satisfatória para a planimetria tanto a análise de precisão como para a de tendência, mas o teste da altimetria MDS e MDT acusou tendência em ambos, e foi aprovado no teste de precisão, ficando com as seguintes: Classes A planimetria, classe A altimetria MDS e classe C altimetria MDT, ressaltando que a classe C na PEC-PCD é a classe B para o Decreto 89.817/84 o que torna o produto de boa qualidade. Para o padrão de acurácia utilizado N.E INCRA nº2\2018 aos testes de *Shapiro-Wilk* constatou amostra não normal pra planimetria a coordenada Este 'E' e a altimetria 'H' do MDT, para os tipos de limites que pode ser usado o artificial foi reprovado, pois valor do PEC-PCD correspondeu à 2,24 metros, sendo adequada à precisão dos limites naturais e inacessíveis.

Tabela 3: Resultados ortomosaico **Bloco 03**

PEC-PCD	E	N	Result. 2D	H (MDS)	H (MDT)
$\bar{\Delta}(E, N, H)$	-0,162 m	-0,095 m	0,886 m	0,510 m	-1,190 m
$S\bar{\Delta}(E, N, H)$	1,106 m	0,478 m	0,822 m	0,855 m	2,142 m

Teste <b>Shapiro-Wilk</b>	Amostra Não Normal	Amostra Normal	-	Amostra Normal	Amostra Não Normal
<b>EC<sub>p</sub>/Eqd<sub>p</sub>. Testada</b>	1:8000		-	6,000 m	6,000 m
<b>PEC / EP</b>	2,240 m	1,362 m	-	1,620m	1,000m 3,000m 2,000m
<b>t (calculado)</b>	-0,802	-1,084		3,268	-3,043
<b>t (teórico)</b>				1,699	
<b>χ<sup>2</sup> (calculado)</b>	38,232	7,157	-	21,212	24,432
<b>χ<sup>2</sup> (teórico)</b>				39,087	
<b>Δ (E, N, H) &lt; PEC</b>	90,00%	100,00%	90,00%	90,00%	90,00%
<b>Classe PEC-PCD</b>		<b>A</b>		<b>A</b>	<b>C</b>

Fonte: autora

Para o **Bloco 04** a escala cartográfica do produto (Ec<sup>p</sup>) em teste de melhor escala ficou em 1:6.500 para a planimetria, a altimetria MDS e MDT ficaram com uma equidistância vertical (Eqd<sub>p</sub>) de 7 metros, No Bloco 04 o PEC do produto planialtimétrico foi suficiente na precisão e sem tendência, e no altimétrico MDS constatou preciso com tendência, já para o MDT foi aceito em todos os critérios, em classe B da PEC-PCD. Os resultados foram de Classes A planimetria, classe A altimetria MDS e classe B altimetria MDT. Em atendimento a N.E INCRA o teste *Shapiro-Wilk* confirmou amostras normais (Tabela 4), O valor do PEC-PCD corresponde à 1,82 metros, sendo adequada à precisão dos limites naturais e inacessíveis.

Tabela 4: Resultados ortomosaico **Bloco 04**

PEC-PCD	E	N	Result. 2D	H (MDS)	H (MDT)
$\bar{\Delta}(E, N, H)$	0,126 m	-0,125 m	0,815 m	0,578 m	-0,293 m
$S\bar{\Delta}(E, N, H)$	0,891 m	0,557 m	0,671 m	1,006 m	1,361 m
Teste <b>Shapiro-Wilk</b>	Amostra Normal	Amostra Normal	-	Amostra Normal	Amostra Normal
<b>EC/Eqd. Testada</b>	1:6500			7,000 m	7,000 m
<b>PEC / EP</b>	1,820 m	1,106 m		1,890 m 1,167 m	1,890 m 1,167 m
<b>t (calculado)</b>	0,786	-1,251		3,199	-1,199
<b>t (teórico)</b>				1,6973	
<b>χ<sup>2</sup> (calculado)</b>	38,932	15,192		22,293	10,209
<b>χ<sup>2</sup> (teórico)</b>				40,256	
<b>Δ (E, N, H) &lt; PEC</b>	96,77%	100,00%	90,32%	90,32%	100,00%
<b>Classe PEC-PCD</b>		<b>A</b>		<b>A</b>	<b>B</b>

Fonte: autora

Para a **Bloco 11** a Ec<sup>p</sup> em teste de melhor escala é a 1: 5.000 para a planimetria, a altimetria resultou com a Eqd<sub>p</sub> de 7,50 metros, compatível com Ec<sup>p</sup> de 1:15.000, no Bloco 11 a análise

acusou tendência para os produtos planialtimétrico e no altimétrico o MDS, mas aprovado na análise de precisão. Para o MDT foi aprovado no teste de precisão e tendência na classe B. Os resultados foram de classes A planimetria, classe A altimetria MDS e classe B altimetria MDT. Para normativa do INCRA o teste *Shapiro-Wilk* acusou amostra não normal apenas para o MDS (Tabela 4). O valor do PEC-PCD corresponde à 1,40 metros, sendo adequada à precisão dos limites naturais e inacessíveis.

Tabela 5: Resultados ortomosaico **Bloco 11**

PEC-PCD	E	N	Result. 2D	H (MDS)	H (MDT)
$\bar{\Delta}(E, N, H)$	0,030 m	0,150 m	0,655 m	1,060 m	-0,129 m
$S\bar{\Delta}(E, N, H)$	0,641 m	0,339 m	0,329 m	0,855 m	1,187 m
Teste Shapiro-Wilk	Amostra Normal	Amostra Normal	-	Amostra Não Normal	Amostra Normal
EC/Eqd. Testada	1:5000		-	7,500 m	7,500 m
PEC / EP	1,400 m	0,851 m	-	2,025 m 1,250 m	3,700m 2,500m
t (calculado)	0,287	2,684	-	7,541	-0,660
t (teórico)			1,688		
$\chi^2$ (calculado)	40,793	11,450		16,854	8,121
$\chi^2$ (teórico)			47,212		
$\Delta(E, N, H) < PEC$	100,00%	100,00%	100,00%	91,89%	100,00%
Classe PEC-PCD	A			A	B

Fonte: autora

Durante os testes de melhor escala para o **Bloco 13**, foi estabelecida em 1:3.000 ( $Ec^p$ ), para a planimetria, enquanto a altimetria MDS e MDT apresentaram uma  $Eqd_p$  ideal de 6,50 metros. A planimetria do Bloco 13 atendeu a todos os critérios a precisão e tendência, contudo, a análise dos dois produtos altimétricos indicou uma tendência, mas são precisos. Os resultados obtidos foram de Classe A para a planimetria, Classe A para a altimetria MDS e Classe A para a altimetria MDT. Para normativa do INCRA o teste *Shapiro-Wilk* acusou amostra não normal apenas para coordenada 'E' (Tabela 6). O valor do PEC-PCD corresponde à 0,84 metros, sendo adequada à precisão dos limites naturais e inacessíveis.

Tabela 6: Resultados ortomosaico **Bloco 13**

PEC-PCD	E	N	Result. 2D	H (MDS)	H (MDT)
$\bar{\Delta}(E, N, H)$	0,0886 m	-0,042 m	0,364 m	0,770 m	0,399 m
$S\bar{\Delta}(E, N, H)$	0,368 m	0,265 m	0,282 m	0,705 m	0,282 m
Teste Shapiro-Wilk	Amostra Não Normal	Amostra Normal	-	Amostra Normal	Amostra Normal

<b>EC/Eqd. Testada</b>	1:3000		6,500 m	6,500 m
<b>PEC / EP</b>	0,840 m	0,511 m	1,755 m 1,083 m	1,755 m 1,083 m
<b>t (calculado)</b>	1,4240	-0,9370	6,4610	3,9730
<b>t (teórico)</b>	1,6909			
<b><math>\chi^2</math> (calculado)</b>	35,327	18,3560	14,4160	10,2328
<b><math>\chi^2</math> (teórico)</b>	44,903			
<b><math>\Delta</math> (E, N, H) &lt; PEC</b>	97,14	100,00%	94,29%	91,43%
<b>Classe PEC-PCD</b>	<b>A</b>		<b>A</b>	<b>A</b>

Fonte: autora

Para a **Bloco 14** a  $E_c^p$  em teste de melhor escala é a 1: 5.000 para a planimetria, a altimetrias MDS e MDT resultou com a  $Eqd_p$  de 7,50 metros, compatível com  $E_c^p$  de 1:15.000, a análise acusou tendência para os produtos planialtimétrico e no altimétrico o MDT, para o MDS foi aprovado no teste de precisão e tendência. Os resultados foram de classes A planimetria, classe A altimetria MDS e classe A altimetria MDT. Para normativa do INCRA o teste *Shapiro-Wilk* acusou amostra normal para todos os produtos (Tabela 7). O valor do PEC-PCD corresponde à 1,12 metros, sendo adequada à precisão dos limites Naturais e Inacessíveis.

Tabela 7: Resultados ortomosaico **Bloco 14**

	<b>E</b>	<b>N</b>	<b>Result. 2D</b>	<b>H (MDS)</b>	<b>H (MDT)</b>
<b><math>\bar{\Delta}</math> (E, N, H)</b>	-0,036 m	-0,319 m	0,611 m	0,502 m	0,752 m
<b><math>S\bar{\Delta}</math> (E, N, H)</b>	0,405 m	0,464 m	0,342 m	1,033 m	0,875 m
<b>Teste Shapiro-Wilk</b>	Amostra Normal	Amostra Normal	-	Amostra Normal	Amostra Normal
<b>EC/Eqd. Testada</b>	1:4000		7,500 m	7,500 m	
<b>PEC / EP</b>	1,120 m	0,681 m	2,025 m 1,250 m	2,025 m 1,250 m	
<b>t (calculado)</b>	-0,309	-2,699	1,684	2,977	
<b>t (teórico)</b>	1,796				
<b><math>\chi^2</math> (calculado)</b>	7,800	10,237	7,511	5,391	
<b><math>\chi^2</math> (teórico)</b>	17,275				
<b><math>\Delta</math> (E, N, H) &lt; PEC</b>	100,00%	100,00%	100,00%	91,67%	91,67%
<b>Classe PEC</b>	<b>A</b>		<b>A</b>	<b>A</b>	

Fonte: autora

Para o **Bloco 15** a escala cartográfica do produto ( $E_c^p$ ) em teste de melhor escala foi 1: 5.000 para a planimetria, a altimetria MDS e MDT ficaram com a equidistância vertical ( $Eqd_p$ ) 8 metros, compatível com  $E_c^p = 1:15.000$ . No Bloco 15 a análise a acusou tendência para os produtos altimetria, mas com precisão, já planimétrico aprovado na análise de precisão e tendência. Os resultados foram de Classes A planimetria, classe A altimetria MDS e classe A

altimetria MDT. Para normativa do INCRA o teste *Shapiro-Wilk* acusou amostra normal para todos os produtos (Tabela 8). O valor do PEC-PCD corresponde à 1,40 metros, sendo adequada à precisão dos limites Naturais e Inacessíveis.

Tabela 8: Resultados ortomosaico **Bloco 15**

PEC-PCD	E	N	Result. 2D	H (MDS)	H (MDT)
$\bar{\Delta}(\mathbf{E}, \mathbf{N}, \mathbf{H})$	0,173 m	0,064 m	0,674 m	0,972 m	0,674 m
$S\bar{\Delta}(\mathbf{E}, \mathbf{N}, \mathbf{H})$	0,678 m	0,366 m	0,399 m	0,826 m	1,070 m
Teste Shapiro-Wilk	Amostra Normal	Amostra Normal	-	Amostra Normal	Amostra Normal
EC/Eqd. Testada	1:5000			8,000 m	8,000 m
PEC / EP	1,400	0,851		2,160 m 1,333 m	2,160 m 1,333 m
t (calculado)	1,417	0,973		6,547	2,371
t (teórico)				1,697	
$\chi^2$ (calculado)	38,088	11,118		11,524	19,321
$\chi^2$ (teórico)				40,256	
$\Delta(\mathbf{E}, \mathbf{N}, \mathbf{H}) < \text{PEC}$	96,77%	100,00%	96,77%	90,32%	90,32%
Classe PEC-PCD	A			A	A

Fonte: autora

Para o Bloco 17 a escala cartográfica do produto ( $E_c^p$ ) em teste de melhor escala ficou com 1: 5.000 para a planimetria, a altimetria MDS e MDT ficaram com equidistância vertical ( $Eqd_p$ ) de 7,00 metros, compatível com  $E_c^p = 1:14.000$ . No Bloco 17 a análise acusou tendência para o produto altimétrico MDS apenas. Para o teste de precisão foram satisfatórios para os 3 produtos. Os resultados foram de Classes A planimetria, classe A altimetria MDS e classe A altimetria MDT. Para normativa do INCRA o teste *Shapiro-Wilk* acusou amostra não normal apenas para coordenada 'E' (Tabela 9). O valor do PEC-PCD corresponde à 1,40 metros, sendo adequada à precisão dos limites Naturais e Inacessíveis.

Tabela 9: Resultados ortomosaico **Bloco 17**

PEC-PCD	E	N	Result. 2D	H (MDS)	H (MDT)
$\bar{\Delta}(\mathbf{E}, \mathbf{N}, \mathbf{H})$	-0,0933 m	0,099 m	0,643 m	0,631 m	0,143 m
$S\bar{\Delta}(\mathbf{E}, \mathbf{N}, \mathbf{H})$	0,637 m	0,477 m	0,478 m	0,794 m	0,857 m
Teste Shapiro-Wilk	Amostra Não Normal	Amostra Normal	-	Amostra Normal	Amostra Normal
EC/Eqd. Testada	1:5000			7,000 m	7,000 m
PEC / EP	1,400 m	0,851 m		1,890 m 1,167 m	1,890 m 1,167 m
t (calculado)	-0,961	1,355		5,210	1,092

<b>t (teórico)</b>	1,682			
<b><math>\chi^2</math> (calculado)</b>	47,003	26,402	19,466	44,449
<b><math>\chi^2</math> (teórico)</b>	54,090			
<b><math>\Delta</math> (E, N, H) &lt; PEC</b>	93,02%	100,00%	90,70%	93,02%
<b>Classe PEC-PCD</b>	<b>A</b>		<b>A</b>	

Fonte: autora

#### 4. CONCLUSÕES

De acordo com esse estudo de análise de avaliação da acurácia posicional dos produtos cartográficos do estado Espírito Santo 2012-2015 como ferramenta de apoio às atividades de georreferenciamento, cadastro e regularização de imóveis rurais, constatou-se que os produtos têm uma qualidade acima dos resultados entregues do proposto no Projeto, onde a escala final do produto foi de 1/25.000, mas na pesquisa constatou-se que em determinadas regiões do estado a escala pode ser maior, chegando a escala de 1/3.000 na planimetria, e na altimetria 1/13.000 ambos no bloco 13.

No entanto, durante a trabalho, foram encontrados alguns problemas que poderiam ter comprometido a eficiência do estudo. Por exemplo, a localização dos pontos de checagem, muitos foram registrados em mourões de cercas, porteiras e cantos de telhados e isso dificultou a identificação desses pontos no ortomosaico, tornando o processo arduo. Em áreas onde havia dúvidas sobre a precisão dos registros, optou-se por não realizar a conferência. Outro fator ao analisar as áreas mais a oeste confrontando com o estado de Minas Gerais (MG), identificou-se a existência de pontos de checagem que não puderam ser verificados, pois a área havia sido excluída no processo da ortomosaicagem, muito provável a área pertencer a região de MG. Com isso, no Bloco14, que engloba a área do Caparaó, por falta de imageamento resultou em um número de 12 pontos. Diante dos resultados obtidos pode-se perceber a diferença entre cada bloco, e apesar de utilizarem a estatística, as mesmas se diferem bastante quando o assunto é determinar o tamanho amostral.

Sobre o número de pontos de verificação correto, é necessária uma análise, pois hoje o Manual Técnico para Georreferenciamento de Imóveis Rurais (2022) traz a proporcionalidade da área, geometria e relevo definirá o número de pontos de checagem do produto (Manual Técnico para o Georreferenciamento de Imóveis Rurais – 2ª Edição).



A Tabela 10 apresenta a conclusão dos resultados exigidos pelo INCRA no controle de qualidade do ortomosaico para auxiliar no georreferenciamento de imóveis rurais, evidenciando os resultados distintos para cada área do estado.

Tabela 10: Conclusão dos resultados para o INCRA

Bloco	Méd. das discrepâncias 2D	Teste <i>Shapiro-Wilk</i>		Tendência <i>t-Student</i>		Escala	Classe PEC	Limite adequado
		E	N	E	N			
BL 03	0,886 m	Amostra Não Normal	Amostra Normal	Não	Não	1:8000	A	Natural e Inacessível
BL 04	0,815 m	Amostra Normal	Amostra Normal	Não	Não	1:6500	A	Natural e Inacessível
BL 11	0,655 m	Amostra Normal	Amostra Normal	Não	Sim	1:5000	A	Natural e Inacessível
BL 13	0,364 m	Amostra Não Normal	Amostra Normal	Não	Não	1:3000	A	Natural e Inacessível
BL 14	0,611 m	Amostra Normal	Amostra Normal	Não	Sim	1:5000	A	Natural e Inacessível
BL 15	0,674 m	Amostra Normal	Amostra Normal	Não	Não	1:5000	A	Natural e Inacessível
BL 17	0,643 m	Amostra Não Normal	Amostra Normal	Não	Não	1:5000	A	Natural e Inacessível

Fonte: autora

Conclui-se que o INCRA autoriza o uso da aerofotogrametria para identificar vértices em limites artificiais, naturais e inacessíveis. No entanto, diante dos resultados obtidos pode-se concluir que os produtos do aerolevanteamento estado Espírito Santo 2012-2015 são apropriados apenas para delimitar limites naturais e inacessíveis, e que a utilização da aerofotogrametria para determinar vértices do tipo Marco continua sendo proibida.

## 5. REFERÊNCIAS

ANTUNES, Alzir Felipe Buffara. **Elementos do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM)**.

ALVES, Marcos Morais; DE SOUZA, Alcione Wagner; DE ARAÚJO LANA, Fabiana. **Georreferenciamento: Regularização de Imóveis Rurais**. *Jornal de Engenharia, Tecnologia e Meio Ambiente-Jetma*, v. 1, n. 2, p. 21, 2017.

BAZAN, Wimerson Sanches et al. **Processamento SfM de Acervo Fotogramétrico: Uso do Aerolevantamento do Município de Vila Velha-Es Realizado Pelo Projeto Gerca na Década de 1970.** 2023.

BRASIL. **Decreto nº 89.817 de 20 de junho de 1984.** Normas Técnicas da Cartografia Nacional. Diário Oficial da União, Brasília, Brasil. 1984.

DOS SANTOS, Afonso de Paula et al. **Avaliação da Acurácia Posicional em Dados Espaciais Utilizando Técnicas de Estatística Espacial: Proposta de Método e Exemplo Utilizando a Norma Brasileira.** Boletim de Ciências Geodésicas, v. 22, n. 4, p. 630-650, 2016.

DSG - DIRETORIA DO SERVIÇO GEOGRÁFICO. **Estruturação Técnica de Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV).** Brasília, 2011.

DSG - DIRETORIA DO SERVIÇO GEOGRÁFICO. **Especificação Técnica Para Controle de Qualidade de Dados Geoespaciais (ET-CQDG).** Brasília, 2016.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA – INCRA. **Manual técnico de limites e confrontações – georreferenciamento de imóveis rurais.** Brasília, DF, 2013.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA – INCRA. **Manual Técnico para Georreferenciamento de Imóveis Rurais. 2 ed. Brasília, 2022.** Disponível em: Acesso em: 23 de fevereiro de 2024.

INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. Disponível em: <http://www.incra.gov.br>. Acesso em: janeiro de 2024.

MENZORI, Mauro. **Georreferenciamento-Conceitos.** Editora Baraúna, 2017.

MERCHANT, D. C.; Spatial Accuracy Standards for Large Scale Line Maps, **Technical Papers of the American Congress on Surveying and Mapping (1)**, 222-231, 1982.

REYDON, Bastiaan Philip et al. **Governança de Terras: da teoria à realidade brasileira.** Organização das Nações Unidas para a alimentação e a agricultura. Brasília: FAO/SEAD, 2017.

**RAIANA PEREIRA BARBARA HELMER**

**ANÁLISE DA ACURÁCIA POSICIONAL DO MAPEAMENTO DE 2012-2015  
DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO COM VISTAS AO CADASTRO E  
GEORREFERENCIAMENTO DE IMÓVEIS RURAIS**

Trabalho Final de Curso apresentado ao Curso de Pós-Graduação Especialização em Georreferenciamento de Imóveis Rurais e Urbanos, como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Georreferenciamento de Imóveis Rurais e Urbanos.

Aprovado em 17 de junho de 2024

**COMISSÃO EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente



**WIMERSON SANCHES BAZAN**

Data: 21/06/2024 17:29:37-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Mestre Wimerson Sanches Bazan**  
**Instituto Federal do Espírito Santo - Ifes**  
**Orientador**

(Telepresença: Portaria Nº 783 de 19/11/2021 - Campus Vitória)

Documento assinado digitalmente



**LEONARDO POLESE ALVES**

Data: 26/06/2024 15:59:53-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Mestre Leonardo Polese Alves**  
**Instituto Federal do Espírito Santo - Ifes**  
**Coorientador**

(Telepresença: Portaria Nº 783 de 19/11/2021 - Campus Vitória)

Documento assinado digitalmente



**ANGELICA NOGUEIRA DE SOUZA TEDESCO**

Data: 24/06/2024 21:55:23-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Doutora Angélica Nogueira de Souza Tedesco**  
**Instituto Federal do Espírito Santo - Ifes**  
**Membro Interno**

(Telepresença: Portaria Nº 783 de 19/11/2021 - Campus Vitória)

Documento assinado digitalmente



**JULIETTE ZANETTI**

Data: 21/06/2024 17:34:03-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Doutora Juliette Zanetti**  
**Faculdade Multivix**  
**Membro Externo**

(Telepresença: Portaria Nº 783 de 19/11/2021 - Campus Vitória)