



12º Congresso de Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial
10º Encontro de Cadastro Técnico Multifinalitário para os países do Mercosul
7º Encontro de Cadastro Técnico Multifinalitário para os países da América Latina
ISBN 1980 - 4520

AVALIAÇÃO DA ACURACIA POSICIONAL DE UMA ORTOIMAGEM DE BARÃO DE COCAIS PARA APLICAÇÃO NO CADASTRO TERRITORIAL MULTIFINALITÁRIO URBANO

*Evaluation of the positional accuracy of an orthoimage of Barão de
Cocais for application in the Multipurpose Urban Territorial
Cadastr*

Iann Gomes Rodrigues da Fonseca

Universidade Federal de Viçosa

Mestrando em Informações Espaciais

Viçosa, Minas Gerais

iann.fonseca@ufv.br

Éder Texeira Marques

Universidade Federal de Viçosa

Professor do curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica

Viçosa, Minas Gerais

eder@ufv.br

Joel Gripp Júnior

Universidade Federal de Viçosa

Professor do curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica

Viçosa, Minas Gerais

jpgripp@ufv.br

Resumo:

O Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) urbano é uma ferramenta de extrema importância para o planejamento e administração municipal. Nesse sentido, surge a necessidade da constante atualização das atividades cadastrais, aludindo o emprego de novas tecnologias, como a utilização de imagens aéreas de alta resolução para a obtenção de dados. Este tipo de tecnologia oferece maior quantidade de informações em um curto intervalo de tempo e contribui para a multifinalidade da atividade cadastral. O presente estudo objetivou avaliar, segundo as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional estabelecidas pelo Decreto Lei nº 89.817/ET-ADGV, a acurácia posicional em uma ortomagem com resolução espacial de 10 centímetros da área urbana do município de Barão de Cocais-MG, e verificar a viabilidade do seu uso no CTM. A avaliação consistiu na determinação do tamanho da amostra, na verificação da distribuição espacial pela Estatística K de Ripley, na identificação de outliers e

Anais do COBRAC 2016 - Florianópolis –SC – Brasil - UFSC – de 16 à 20 de outubro 2016

em testes de tendências para determinação da acurácia do produto. Realizou-se ainda a classificação nas escalas de 1:1000 e 1:2000 da imagem em função de suas discrepâncias posicionais e de seu erro médio quadrático. A escolha das escalas foi determinada a partir das escalas definidas pela ET-ADGV e das escalas de produtos cartográficos derivados do CTM definidas pela NBR 14166. A imagem foi acurada e classificada em classe A, para escala 1:2000; e em classe B, para escala 1:1000. A partir dos resultados obtidos, conclui-se que a imagem analisada pode ser utilizada para elaboração de plantas cadastrais. Entretanto, ao se considerar a escala definida pela NBR 14166 e a classificação estabelecida pelo Decreto Lei nº 89.817, não é possível concluir a respeito do desenvolvimento das plantas de quadra.

Palavras-chave: Cadastro Territorial Multifinalitário Urbano, acurácia posicional, Decreto Lei nº 89.817.

Abstract

The Urban Multipurpose Territorial Cadastre is a very important tool for municipal planning and administration. Considering this, it is necessary a constant updating of cadastral activities, alluding to the use of new technologies such as the use of high-resolution aerial images to obtain data. This kind of technology provides greater amount of information in a short time and contributes to the multipurpose cadastral activity. The aim of this study was to evaluate, according to the Regulatory Instructions of the Technical Standards of National Cartography established by the Decree-Law 89.817 of June 20, 1984, the positional accuracy in a orthoimage with spatial resolution of 10 cm from the urban area of Barão de Cocais-MG and verify the feasibility of its use in the Multipurpose Territorial Cadastre. The evaluation consisted in determining the sample size, checking the spatial distribution using Ripley's K-Function, identifying outliers and in trend tests to determine the accuracy of the product. It was also performed the classification in scales of 1: 1000 and 1: 2000 of the image due to its positional discrepancies and its mean squared error. The choice of the scales was determined from the ranges defined by the Decree-Law 89.817 and from the scales of cartographic products derived from the Multipurpose Territorial Cadastre defined by the NBR 14166. The image was detailed and classified in class A, for scale 1: 2000; and in class B, for scale 1: 1000. The results suggest that the analyzed image can be used in the development of cadastre plan. However, when considering both, the scale defined by the NBR 14166 and the classification established by the Decree-Law 89,817, it is not possible to conclude about the development of block plans.

Keywords: Multipurpose Urban Territorial Cadastre, positional accuracy, Decree Law 89.817.

1 INTRODUÇÃO

O Ministério das Cidades (Portaria N°511, 2009) define o Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) de um município como o inventário territorial oficial e sistemático embasado no levantamento dos limites de cada parcela. Em que a obtenção de dados dos limites físicos das parcelas pode ser obtida através de métodos topográficos, geodésicos ou fotogramétricos.

Cadastro Técnico Multifinalitário é um registro em que visa incorporar além dos

aspectos econômicos, físicos e jurídicos, os dados ambientais e sociais do imóvel, bem como das pessoas que o habitam. Assim, é uma ferramenta que contribui para a distribuição justa das cargas tributárias, promove a segurança da propriedade e cria bases para planejamento urbano e regional, subsidiando a necessidade de diferentes usuários (Erba e Loch 2007).

Existe uma crescente demanda em utilizar imagens aéreas ortorretificadas de alta resolução espacial na extração de feições e atributos representantes de uma planta cadastral. Estes produtos contribuem significativamente para o cadastramento e atualização destas informações. Contudo, como observado por Santos (2015) a facilidade de geração destes produtos devido a equipamentos acessíveis e softwares simples de processamento e manipulação dos dados, é comum a utilização de imagens sem nenhum controle de qualidade cartográfica.

No Brasil, as normas disponíveis sobre controle de qualidade são o Decreto Lei N°89.817, a NBR 13.133, as Especificações Técnicas de aquisição de dados Geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV) e a Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE). Os elementos de controle de qualidade cartográfica normalmente avaliados são: Acurácia Posicional, exatidão temática, temporalidade, completude, consistência lógica, fidelidade semântica e metadados.

Diante destes fatos, este artigo tem como objetivo principal avaliar, segundo o Decreto Lei N°89.817/ET-ADGV, a acurácia posicional planimétrica de uma imagem com resolução espacial de 10 centímetros e conseqüentemente, verificar se a mesma pode ser utilizada para a extração de pontos do limite físico de uma parcela face à dificuldade de acesso pela aplicação da técnica topográfica convencional.

As justificativas deste artigo são dadas pelo fato do trabalho moroso do levantamento destes pontos pela topografia gerando um maior custo para a obtenção destas informações e até inviabilizando tal atividade. Outra justificativa é o baixo custo da aquisição destas imagens e a gama de informações que vem a contribuir para a multifinalidade do cadastro urbano de um município.

2 CLASSIFICAÇÃO QUANTO AO DECRETO LEI N°89.817 /ET-ADGV

O Decreto Lei N° 89.817 de 1984 produzido pela Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR), norma brasileira que regulamenta produtos cartográficos. A norma apresenta o padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) para a avaliação da acurácia posicional, que corresponde a 1,6449 vezes o Erro-Padrão. Apresenta também três classes (A, B e C), para classificação dos produtos a partir de valores do PEC e Erro-Padrão.

Em síntese, para que um produto seja classificado em uma determinada escala, deve se atender duas condições definidas no Artigo 8 do Decreto Lei:

“Art 8º - As cartas quanto à sua exatidão devem obedecer ao Padrão de Exatidão

Anais do COBRAC 2016 - Florianópolis –SC – Brasil - UFSC – de 16 à 20 de outubro 2016

Cartográfica - - PEC, seguinte o critério abaixo indicado:

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

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

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

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

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

As Classes para classificação dos produtos são definidas de acordo com os valores do PEC e EP (Tabela 01), esses valores variam de acordo com a escala do produto avaliado.

Tabela 01- Valores do PEC e EP para cada Classe do Decreto Lei.

| Classe | Planimetria | |
|--------|-------------|--------|
| | PEC | EP |
| A | 0,5mm | 0.3mm |
| B | 0,8 mm | 0,5 mm |
| C | 1,0 mm | 0,6mm |

Fonte: Adaptada pelo autor.

Estudos apontam que as determinações para classificações de um produto cartográfico quanto ao Decreto Lei são bem confusas apresentando várias interpretações diferentes (SANTOS, 2010).

Em 2010, A Diretoria do Serviço Geográfico do Exército Brasileiro (DSG) publicou na Infraestrutura Nacional de dados Espaciais (INDE) a Especificação Técnica da Aquisição de Dados Vetoriais Geoespaciais (ET-ADGV), que esclarece melhor a metodologia descrita pelo Decreto Lei nº 89.817. Em suma esta especificação acrescenta uma classe mais restritiva, que no software *GeoPEC* é a classe A⁺, cujo o EP igual a 0.15 mm. Além disso, as expressões Erro-Padrão, Desvio-Padrão e Erro Médio

Quadrático têm significados distintos (SANTOS, 2010).

Nesse sentido, como demonstrado por SANTOS (2010) recomenda-se o uso do erro médio quadrático (*RMS*) uma vez que este analisa a precisão externa dos dados, apresentando a tendência e a dispersão da amostra em consideração aos dados mais acurados.

Desta forma esse trabalho, terá como critério para classificação de um produto o mesmo utilizado pelo software *GeoPEC*, que analisa se 90% das discrepâncias são menores que o PEC-PCD (Padrão de Exatidão Cartográfica de Produtos Cartográficos Digitais), e que o *RMS* seja inferior ao Erro-Padrão da escala que pretende classificar o produto cartográfico.

3 ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo compreende a região urbana do município de Barão de Cocais (Figura 01), do estado de Minas Gerais situada na Mesorregião Metropolitana de Belo Horizonte. A população do município segundo censo demográfico de 2010 do IBGE é 28.442 habitantes. Sua extensão é de 340,585 km², em que a área urbana é de aproximadamente 20 km² e está situada na latitude 19°56' Sul e longitude 43°28 Oeste.

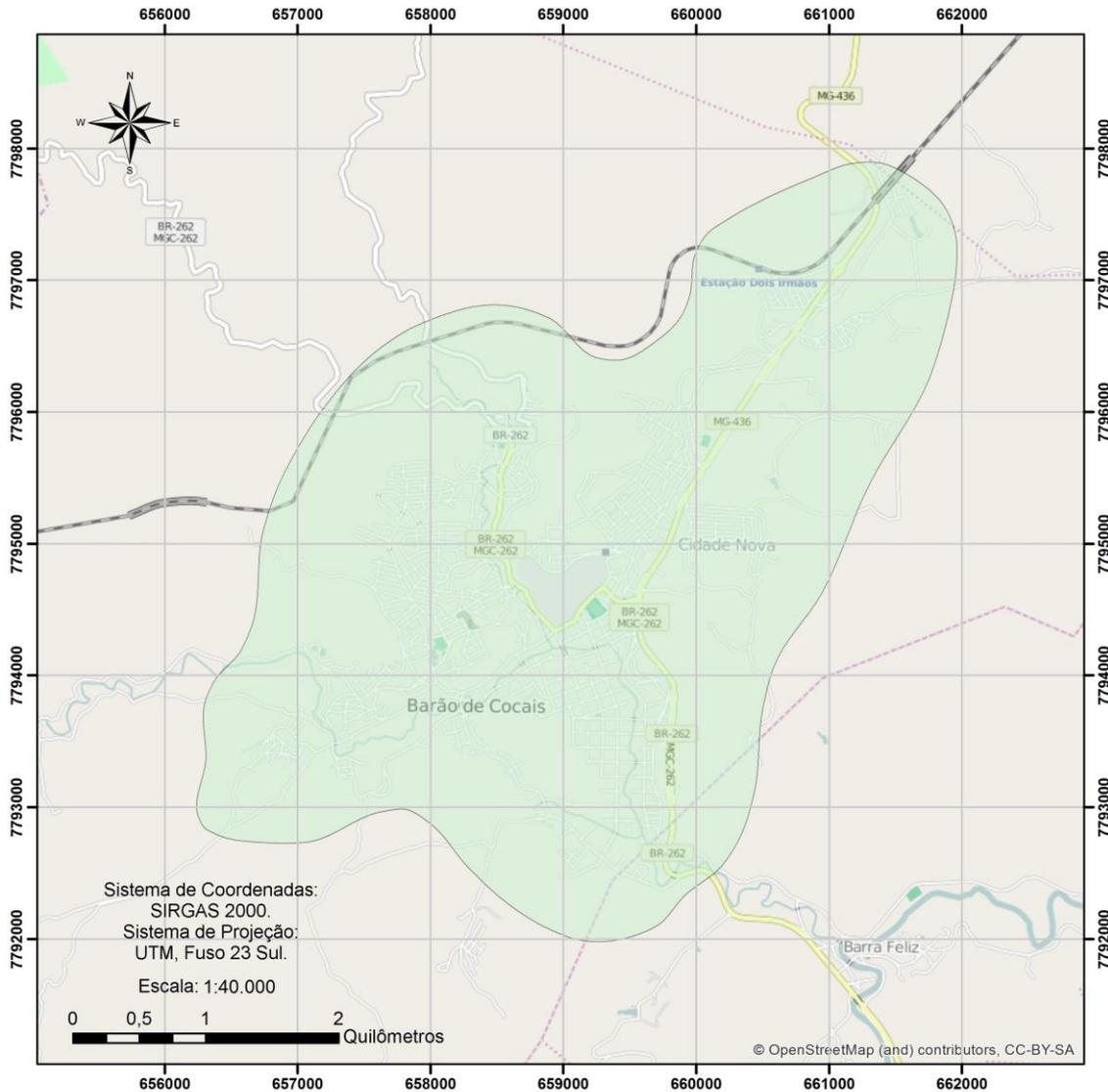


Figura 01 – Área Urbana do município de Barão de Cocais.
Fonte: Autor.

4 MATERIAIS

Para a elaboração deste artigo, utilizou-se dados derivados do Cadastro Territorial Multifinalitário urbano do município de Barão de Cocais, disponibilizado pelo setor de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Os softwares empregados [Anais do COBRAC 2016 - Florianópolis –SC – Brasil - UFSC – de 16 à 20 de outubro 2016](#)

foram o *ArcMap 10.3* e *GeoPEC 3.2.1*.

Da base de dados do município utilizou-se uma imagem aérea da região urbana com resolução espacial de 10 centímetros e pontos topográficos, conteúdo edificações, divisas de lotes, limites de quadras, logradouros e equipamentos públicos. Todos georreferenciados ao sistema de coordenadas *SIRGAS2000* projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), zona 23 Sul, conforme a rede de referência cadastral constituinte no município.

5 EXPERIMENTO E RESULTADOS

A metodologia deste trabalho, resume-se em avaliar a acurácia posicional de uma ortoimagem com alta resolução espacial nas escalas 1:1000 e 1:2000. A escolha dessas escalas é com referência na ET-ADGV e ET-PCDG (Especificações Técnicas dos Produtos de Conjuntos de Dados Geoespaciais) que define as escalas para classificação de produtos cartográficos sendo como 1:1000, 1:2000, 1:5000 e 1:10000.

As atividades desenvolvidas e técnicas implementadas neste artigo para a avaliação deste produto cartográfico constituíram em determinar o tamanho da amostra de pontos e sua distribuição espacial, avaliação dos pontos ditos como *Outliers*, análise de tendência, e classificação do produto quanto as classes e escalas definidas pelo Decreto Lei 89.817/ET-ADGV, conforme apresentado no fluxograma (Figura 02).

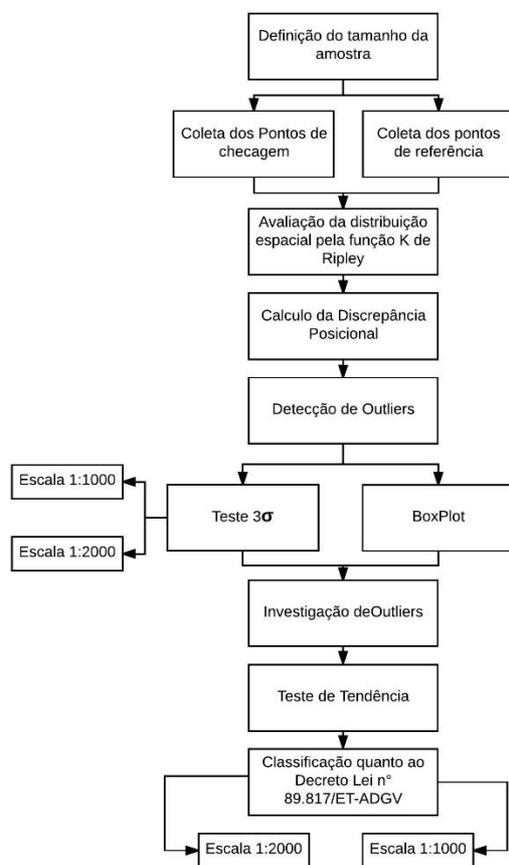


Figura 02 – Fluxograma
 Fonte: Autor.

5.1 Definição do número de pontos de checagem

As normas brasileiras sobre controle de qualidade posicional não determinam qual deve ser o tamanho mínimo de sua amostragem. Portanto para determinação do número de pontos de controle baseou-se na norma de Portugal, elaborada pelo Instituto Geográfico Português. Segundo Pereira e Nero (2012), o número de pontos utilizados na análise da qualidade posicional será o resultado do quociente inteiro por excesso, obtido através da divisão entre a área total de estudo (em hectares) por 1000 ha (Equação 01), e multiplicado por 20 (Equação 02). Ou seja, se a área de estudo for 2300 hectares, o inteiro por excesso será três, e então a amostra será de 60 pontos. Caso a área em questão seja menor que 1000 hectares, recomenda-se o uso de no mínimo 30 pontos para avaliação.

$$\frac{A}{1000 \text{ ha}} = \frac{2000 \text{ ha}}{1000 \text{ ha}} = 2 \quad (1)$$

$$1 \times 20 = 2 \times 20 = 40 \text{ Pontos} \quad (2)$$

Aplicando a norma de Portugal, encontrou uma amostragem de 40 pontos, mas como a base de dados contém muitos pontos em identificação na imagem aérea, optou-se em amostrar 90 pontos de referência afim de conter uma maior confiabilidade nos resultados (Figura 03).

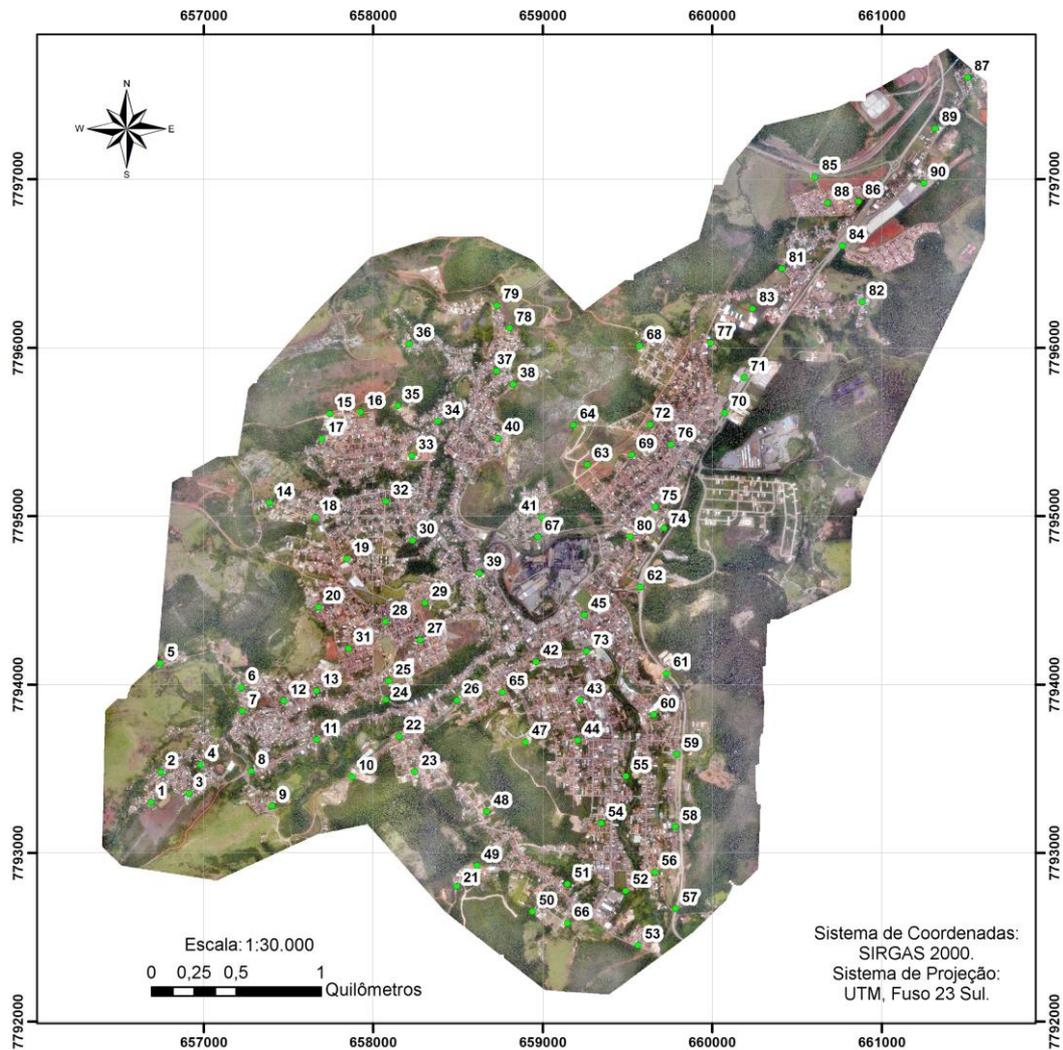


Figura 03 – Pontos amostrados sobre imagem.

Fonte: Autor.

5.2 Determinação do padrão de distribuição da amostra

Para a avaliação do padrão de distribuição, executou a função *K de Ripley*, implementada no software *ArcMap*. A estatística *K de Ripley*, avalia se a distribuição espacial dos pontos se mantém constante em diferentes escalas (SANTOS.2009; ESRI,2016). Esta função compara os valores calculados com os valores esperados para cada distância. Quando os valores observados estão acima do valor esperado, indicam padrão agrupado e quando os valores observados estão abaixo daqueles esperados se tem padrão disperso. Os padrões agrupados e dispersos têm significado estatísticos apenas se as curvas ficarem fora do envelope de confiança do padrão aleatório (SANTOS, 2010).

Analisando da Figura 04, verifica-se que a distribuição espacial da amostragem tem valores próximos aos valores esperados pela estatística *K de Ripley*, seguindo um padrão aleatório.

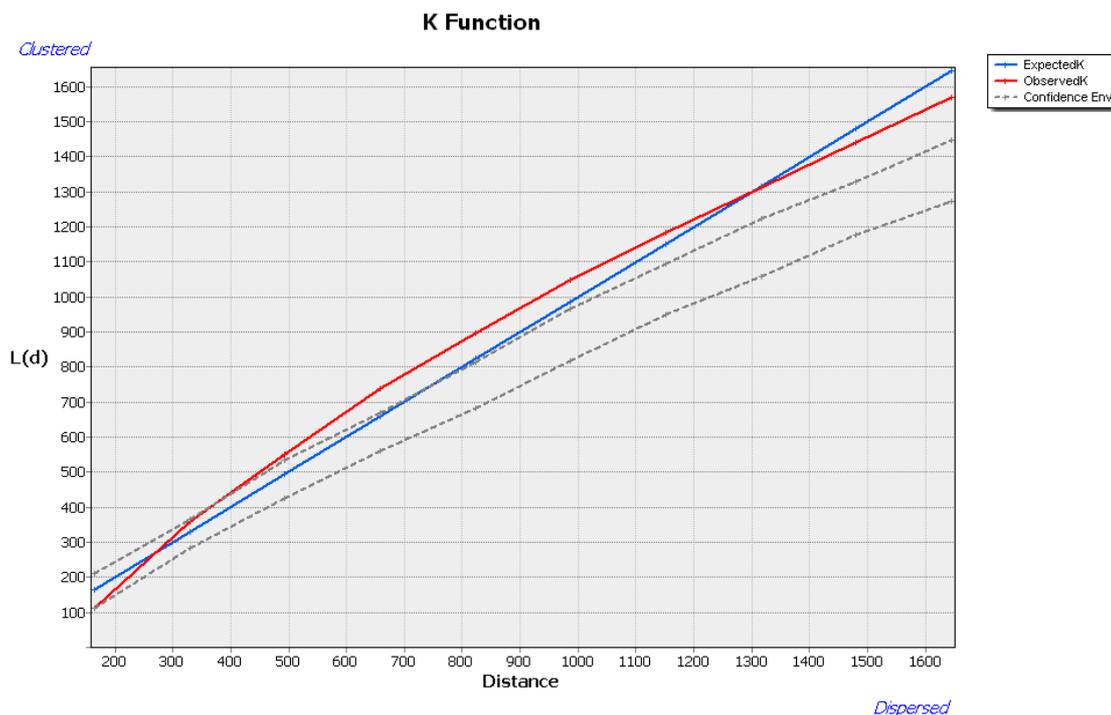


Figura 04 – Gráfico da estatística K de Ripley.

Fonte: Autor.

5.3 Detecção de *Outliers*

Uma discrepância é dita *Outlier* quando esta apresenta um grande afastamento de valores em relação as outras discrepâncias. Neste trabalho, utilizou-se de dois métodos para a detecção de *Outlier*, o teste do 3σ e o diagrama de *BoxPlot*.

Para a detecção dos *Outliers*, foram primeiramente, fornecidas as coordenadas dos pontos de referência e dos pontos de teste no GeoPEC, com estes pontos foram obtidas as discrepâncias posicionais (Figura 05) segundo Galo e Camargo (1994) e Santos (2010). Para o resultado posicional se está analisando a translação e a escala do produto, diferentemente da análise das discrepâncias por coordenadas isoladas.

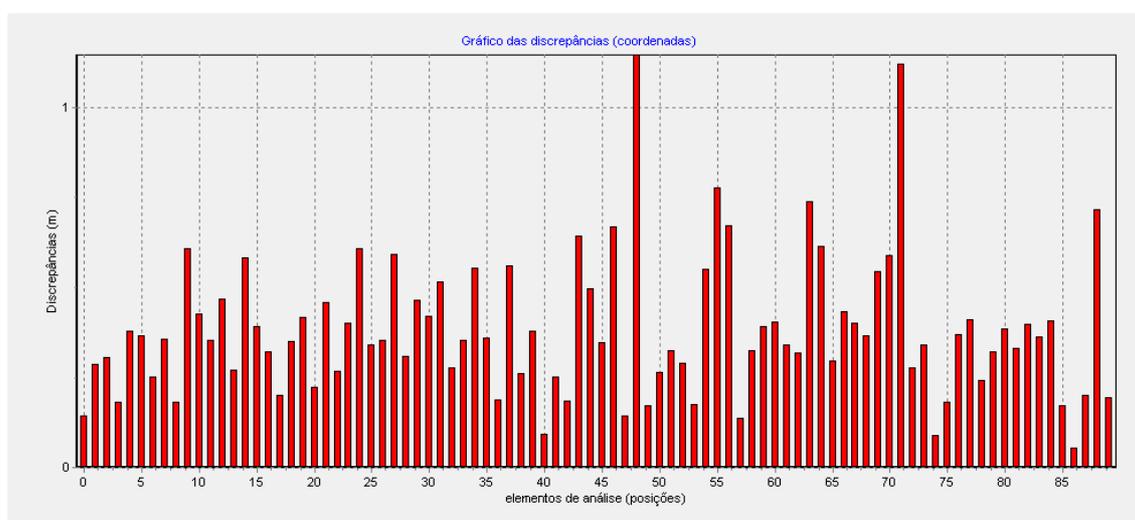


Figura 05 – Discrepância posicional dos pontos.

Fonte: Autor.

É interessante ressaltar que, um ponto dito como *Outlier*, indica a possibilidade de erro grosseiro, o mesmo deve ser investigado e caso seja confirmado deve-se corrigir ou retirar-lo da análise. Por outro lado, se este *Outlier* não for erro grosseiro, deve-se prosseguir sem retirá-lo, uma vez que este informa uma inconsistência ou distorção no produto analisado.

5.3.1 Teste do 3σ .

No teste do 3σ , um ponto de verificação é avaliado como *Outlier* se o módulo da discrepância for maior do que a soma entre o módulo da média das discrepâncias e três vezes o Erro-Padrão do Decreto-Lei (Equação 03) para a classe em questão (NERO, 2005).

$$|Discr\hat{e}p\hat{a}n\hat{c}i\hat{a} i| > |M\acute{e}d\hat{i}a(di)| + 3xEP \quad (3)$$

O *GeoPEC* faz uma análise mais restritiva e não leva em consideração a média das discrepâncias, avaliando somente se o modulo da discrepância de um ponto é maior que 3 vezes o Erro-Padrão para a classe A que varia de acordo com a escala em questão.

Considerando-se a escala de 1:2000 para os noventa pontos amostrados, nenhuma das discrepâncias foi classificada como *Outlier*. Ou seja, o modulo de cada discrepância analisada não superou três vezes o Erro-Padrão, que para esta escala foi 1,8 metros.

Analogamente, para a escala de 1:1000, os pontos 53 e 74 foram identificados como *Outliers* em razão de que suas discrepâncias foram maiores que 0,90 metros correspondentes ao Erro-Padrão para esta escala. Realizou-se a investigação destes pontos e manteve-se os pontos uma vez que esses não representam erro grosseiro e sim um problema de distorção da ortoimagem. A Figura 06 mostra a distorção encontrada no ponto 74, onde o ponto verde foi o de teste, e em vermelho o ponto de referência. Isso provocou uma discrepância maior que um metro para o ponto em questão.



Figura 06 – Distorção na imagem encontrada próxima ao ponto 74

Fonte: Autor.

5.3.2 Diagrama *BoxPlot*.

O método *BoxPlot* utiliza as estatísticas da mediana, primeiro e terceiro quartil, não levando em consideração a escala do produto avaliado. O primeiro quartil (Q1) e o terceiro quartil (Q3) representam 25% e 75% dos dados iniciais ordenados de forma crescente. O interquartil é dado pela subtração entre Q3 e Q1, e é utilizado para calcular os limites superior e inferior (Equação 04 e 05).

$$Limiar_{Superior} = Q3 + 1,5 * IQR \quad (04)$$

$$Limiar_{inferior} = Q1 - 1,5 * IQR \quad (05)$$

Analisando o diagrama *BoxPlot* elaborado no *ArcMap* (Figura 07), foram identificados três pontos como *Outliers*, que são os pontos 6, 53 e 74. Entretanto, os mesmos foram investigados e constatados que não existem erros grosseiros, e não foram retirados da amostra.

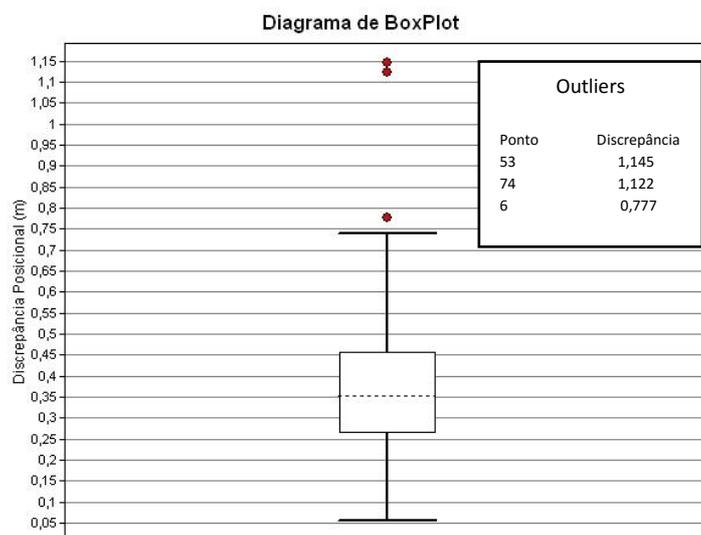


Figura 07 – Diagrama BoxPlot.

Fonte: Autor.

5.4 Teste de Tendência

Próximo passo, consistiu em verificar a existência de tendência, que pode ser

avaliado pela estatística inferencial pelo teste *T de Student*, ou pela Média Direcional e Variância Circular pela estatística espacial. O teste *T de Student* exige que amostra siga uma distribuição normal, portanto optou-se em não aplicar este método.

A média direcional e variância circular tem como objetivo obter uma medida de tendência central da direção de um conjunto de vetores. A média direcional descreve uma direção de tendência, e a variância circular avalia a variabilidade desta direção. Portanto traçam-se vetores ligando os pontos de checagem a seu homologos, e então a média direcional (θ_R) a variância circular (S_C) são dados pelas equações 06 e 07 respectivamente.

$$\tan \theta_R = \frac{\sum \text{sen } \theta_V}{\sum \text{cos } \theta_V} \quad (06)$$

$$S_C = 1 - \left(\frac{C_R}{n}\right); \quad C_R = \sqrt{\left(\sum \text{cos } \theta_V\right)^2 + \left(\sum \text{sen } \theta_V\right)^2} \quad (07)$$

A média direcional só será significativa se a variância circular for próxima de zero, o que significa que as direções de tendência convergem para o mesmo sentido. Quando a variância circular aproxima de um, as direções se divergem, então pode se concluir que não há tendência significativa.

O estudo de tendência para os dados deste trabalho mostrou uma variância circular muito próxima de um (Figura 08), e podemos concluir que não são tendenciosos.

Média Direcional e Variância Circular

Somatório $\text{sen}(Az) = -5,4452$

Somatório $\text{cos}(Az) = 1,3701$

Média Direcional = 284,1234°

Variância Circular = 0,9376



Figura 08 – Média Direcional e Variância Circular

Fonte: Autor.

5.5 Avaliação da acurácia posicional quanto ao Decreto Lei

Por fim, com o auxílio do software *GeoPEC* avaliou-se a acurácia posicional com base no Decreto Lei nº 89.817/ ET-ADGV e classificou-se a imagem aérea nas escalas de 1:1000 e 1:2000, onde é necessário atender as duas condições de que 90% das discrepâncias dos pontos não ultrapassem o valor do PEC para a escala determinada e juntamente seu Erro médio quadrático seja menor que o EP.

Inicialmente foi classificado a ortoimagem para a escala de 1:2000 (Figura 09). Pode-se verificar que o produto avaliado se classificou na classe A para a escala de 1:2000, onde 97% das discrepâncias foram menores que PEC que é 1 metro, o *RMS* foi de 0,43 m menor que os 0,6 m definidor pelo EP. Com as análises e o resultado do teste de Tendência podemos afirmar que o produto foi acurado para a escala de 1:2000.

Padrões do PEC:

| Classe | PEC (mm) | EP (mm) | PEC (m) | EP (m) |
|--------|----------|---------|---------|--------|
| A+ | 0,250 | 0,150 | 0,56 | 0,34 |
| A | 0,500 | 0,300 | 1 | 0,6 |
| B | 0,800 | 0,500 | 1,6 | 1 |
| C | 1,000 | 0,600 | 2 | 1,2 |

Classificação do PEC:

| Classe | %d(E) < PEC | %d(N) < PEC | %d(abs) < PEC | RMS < EP | Resultado |
|--------|-------------|-------------|---------------|----------|-----------|
| A+ | 97,778 | 92,222 | 83,333 | Falhou | Reprovado |
| A | 100,000 | 98,889 | 97,778 | Passou | Aprovado |
| B | 100,000 | 100,000 | 100,000 | Passou | Aprovado |
| C | 100,000 | 100,000 | 100,000 | Passou | Aprovado |

| Estatísticas | Este | Norte | Posicional |
|--------------|---------|---------|------------|
| nº pontos | 90 | 90 | 90 |
| média | -0,0422 | -0,0043 | 0,3822 |
| desvio | 0,2372 | 0,3564 | 0,1932 |
| variância | 0,056 | 0,127 | 0,037 |
| RMS | 0,2409 | 0,3564 | 0,4302 |
| máximo | 0,5245 | 1,109 | 1,1457 |
| mínimo | -0,7707 | -1,015 | 0,0556 |
| curtose | 3,345 | 3,0072 | 6,2476 |
| assimetria | -0,2009 | -0,0828 | 1,4026 |
| soma | 5,007 | 11,303 | 3,323 |
| nº outliers | - | - | 0 |

Figura 09 – Resultado da avaliação da acurácia Posicional Planimétrica para a escala de 1:2000.

Fonte: Autor.

Do mesmo modo, realizou-se a classificação para a imagem para a escala 1:1000, em que o produto foi acurado para esta escala, porém o classificou-se segundo o Decreto Lei nº 89.817/ET-ADGV na Classe B. Os resultados da classificação bem como alguns de seus dados estatísticos se encontram na Figura 10.

Padrões do PEC:

| Classe | PEC (mm) | EP (mm) | PEC (m) | EP (m) |
|--------|----------|---------|---------|--------|
| A+ | 0,250 | 0,150 | 0,28 | 0,17 |
| A | 0,500 | 0,300 | 0,5 | 0,3 |
| B | 0,800 | 0,500 | 0,8 | 0,5 |
| C | 1,000 | 0,600 | 1 | 0,6 |

Classificação do PEC:

| Classe | %d(E) < PEC | %d(N) < PEC | %d(abs) < PEC | RMS < EP | Resultado |
|--------|-------------|-------------|---------------|----------|-----------|
| A+ | 78,889 | 45,556 | 30,000 | Falhou | Reprovado |
| A | 98,889 | 95,556 | 78,889 | Falhou | Reprovado |
| B | 100,000 | 98,889 | 97,778 | Passou | Aprovado |
| C | 100,000 | 98,889 | 97,778 | Passou | Aprovado |

| Estatísticas | Este | Norte | Posicional |
|--------------|---------|---------|------------|
| nº pontos | 90 | 90 | 90 |
| média | -0,0422 | -0,0043 | 0,3822 |
| desvio | 0,2372 | 0,3564 | 0,1932 |
| variância | 0,056 | 0,127 | 0,037 |
| RMS | 0,2409 | 0,3564 | 0,4302 |
| máximo | 0,5245 | 1,109 | 1,1457 |
| mínimo | -0,7707 | -1,015 | 0,0556 |
| curtose | 3,345 | 3,0072 | 6,2476 |
| assimetria | -0,2009 | -0,0828 | 1,4026 |
| soma | 5,007 | 11,303 | 3,323 |
| nº outliers | . | . | 2 |

Figura 10 – Resultado da avaliação da acurácia Posicional Planimétrica para a escala de 1:1000.

Fonte: Autor.

6 CONCLUSÕES

Diante deste trabalho, foi possível de forma esclarecida expor uma metodologia para avaliação de produtos cartográficos obtidos por meio de técnicas de fotogrametria e sua classificação conforme o Decreto Lei nº 89.817 e as Especificações Técnicas de Aquisição de Dados Vetoriais Geoespaciais. Os resultados da classificação desta imagem aérea, nos proporciona embasamento técnico para utilização da mesma em várias abordagens nas atividades de Cadastro Territorial Multifinalitário.

Sobre os resultados, a ortorectificação com resolução espacial de 10cm, mostrou-se acurada para tais escalas. O produto não se classificou em classe A para a escala de 1:1000 provavelmente devido a distorções encontradas ao longo da imagem, comprometendo o erro médio quadrático e suas discrepâncias posicionais.

Apesar da ausência de normas mais claras no que diz respeito ao emprego destes produtos no CTM, podemos tomar como referência a NBR 14166 (Rede de Referência Cadastral Municipal – Procedimento), que descreve condições para implantação de uma Rede de Referência Cadastral e define as escalas para elaboração das plantas cadastrais municipais. A planta geral do município e planta genérica de valores devem ser geradas escalas de 1:5000 ou 1:10000, e para produção de uma planta de quadra deve-se utilizar escala 1:1000 ou maior.

Com uma imagem acurada na escala de 1:2000 em classe A, é possível a elaboração de algumas destas plantas, ficando restrito apenas o desenvolvimento da

planta de quadra. Não se pode afirmar se a classificação da imagem na escala 1:1000 sendo classe B, permite a utilização dessa para a elaboração da planta de quadra, pois o Decreto Lei nº89.817 apenas define as classes, não descrevendo as funções em que essas podem ser ou não aplicadas.

Portanto, não é possível concluir a respeito da utilização desta imagem para extração de pontos do limite físico de uma parcela, perante a dificuldade de acesso pela aplicação da técnica topográfica convencional. A inexistência de normas neste aspecto é um grande questionamento levantado neste trabalho, uma vez que a precisão destes pontos é comprometida devido à dificuldade de acesso.

Recomenda-se pesquisas sobre técnicas de aquisição de dados em Cadastro Territorial Multifinalitário e estudos esclarecendo escalas e precisões adequadas para cada método. Além disso, aconselha-se avaliar imagens aéreas com maior resolução espacial, afim da imagem atender as escalas exigidas na NBR 14166, incorporando um maior número de funções e aplicações nas informações cadastrais de um município.

Agradecimentos

A Prefeitura Municipal de Barão de Cocais pelo financiamento do estudo desenvolvido. A toda equipe da Universidade Federal de Viçosa responsável pelo projeto do Cadastro Territorial Urbano Multifinalitário do município de Barão de Cocais que disponibilizaram os dados para promover este estudo.

Referências Bibliográficas

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14166**: Rede de Referência Cadastral Municipal - Procedimento. Rio de Janeiro, 1998.

BRASIL. **Decreto-lei nº89.817** de 20 de junho de 1984. Normas Técnicas da Cartografia Nacional. Diário Oficial da União. Brasília, Brasil. 1984.

BRASIL. **Ministério das Cidades**. Diretrizes para a criação, instituição e atualização do Cadastro Territorial Multifinalitário (CTM) nos municípios brasileiros. Portaria nº 511, de 07 de dezembro de 2009. DOU.

DSG. 2011 Especificação Técnica para a Aquisição de Dados Geospaciais Vetoriais

(ET_ADGV).Brasil.http://www.geoportal.eb.mil.br/images/PDF/ADGV_Defesa_FT_2016_2a_Edicao_2016.zip

DSG. 2011 Especificação Técnica para Produtos de Conjuntos de Dados Geospaciais(ET_PCDG).Brasil.http://www.geoportal.eb.mil.br/images/PDF/ET_PCDG_2016_2aEdicao_Aprovada_Publicada_BE_7_16.pdf

LOCH, Carlos; PEREIRA, Diego. **Cadastro Técnico Multifinalitário: rural e urbano.** Cambridge, MA. Lincoln Institute of Land Policy.2007.142p

NERO, M. A. **Proposta para controle de qualidade de bases cartográficas com ênfase na componente posicional.** Tese de Doutorado. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2005.

PEREIRA, T. A. J.; NERO, M. A. Análise de Normas de Controle de Qualidade Posicional em Cartografia ao Redor do Mundo: Exemplos Atuais De Alguns Países. **IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação.** Recife - PE, 06- 09 de Maio de 2012. p. 001 – 009.

SANTOS A.P **Avaliação do Padrão de Exatidão Cartográfica em Imagens *Ikonos* e *CBERS-2b* da Bacia do Ribeirão São Bartolomeu, em Viçosa – MG.** Monografia. Universidade Federal de Viçosa. 2008.

SANTOS, A. P. **Controle de Qualidade Cartográfica (Viçosa, MG).** Notas de aula de apoio à disciplina Tópicos Especiais em Engenharia de Agrimensura– Departamento de Engenharia Civil, Setor de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Minas Gerais, Brasil, 2015, 246 p.

SANTOS, A. P. **Avaliação da Acurácia Posicional em dados espaciais com o uso da Estatística Espacial.** 2010. 128f. Dissertação – Setor de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2010.